

Klinische, myelographische und operative Befunde beim lumbalen Bandscheibenvorfall

**Eine Untersuchung über die diagnostische Bedeutung der
Myelographie mit dem resorbierbaren Kontrastmittel Dimer-X**

Vorgelegt

von

Ulrike Wiesmüller, geb. Parth

aus

Nürnberg



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546212_0083

Aus der Neurochirurgischen Klinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. W. Schiefer

Klinische, myelographische und operative Befunde beim lumbalen Bandscheibenvorfall

Eine Untersuchung über die diagnostische Bedeutung
der Myelographie mit dem resorbierbaren Kontrastmittel Dimer-X

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Vorgelegt von
Ulrike Wiesmüller, geb. Parth
aus
Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan:	Prof. Dr. med. W. Kersten
Referent:	Prof. Dr. med. St. Kunze
Korreferent:	Prof. Dr. med. W. Schiefer

Tag der mündlichen Prüfung: 21.07.1980

Herrn Professor Dr. med. Stefan Kunze
möchte ich für die Überlassung des
Themas sowie die wertvolle Beratung
und Unterstützung bei der Reinterpre-
tation der Myelogramme meinen herzli-
chen Dank aussprechen.

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	<u>Seite</u>
<u>Einleitung</u>	1 - 5
<u>Patientengut und Methode</u>	6 - 7
<u>Auswertung anamnestischer Daten</u>	8 - 17
Geschlechtsverteilung.....	8
Alter.....	9
Berufsbedingte körperliche Belastung.....	10
Erstmanifestation der Lumbago.....	12
Isoliertes Bandscheibentrauma.....	12
Bandscheibenvorfall bei Graviddität.....	12
Dauer der vertebrogenen Symptomatik.....	13
Beginn der radikulären Symptomatik.....	13
Schmerzqualität.....	16
Radikuläre Schmerzausstrahlung.....	16
Sensibilitätsstörungen.....	16
Motorische Ausfallserscheinungen.....	16
Blasen- und Mastdarmfunktionsstörungen.....	16
Therapie des lumbalen Bandscheibenvorfalls.....	16
<u>Diagnostische Bedeutung der klinisch-neurologischen Untersuchung</u>	18 - 32
Anatomie des Discus intervertebralis.....	18
Pathophysiologie.....	19
Pathologische Anatomie.....	20
Vertebragene Symptome.....	24
Radikuläre Symptome.....	26
Höhendiagnostische Bedeutung von:	
Zeichen n. Laségue.....	27
Positivem Hustenschmerz.....	27
Miktionsstörungen.....	27
Perianalen Mißempfindungen.....	27
Sensibilitätsstörungen.....	28
Motorischen Ausfallserscheinungen.....	28
Reflexanomalien.....	28
Gangstörungen.....	28
<u>Operationsbefunde</u>	33 - 39
Operationsindikation.....	33
Operations-Technik.....	35
Degenerationsstadien der exstirpierten Bandscheibenvorfälle..	36
Operationsbefunde.....	37
Mediane Bandscheibenvorfälle.....	38
Histolog. Differenzierung der spinalen Tumoren im Lumbalbereich	39

	<u>Seite</u>
<u>Diagnostische Bedeutung der Röntgen-Nativ-Aufnahmen</u>	40 - 41
Röntgenzeichen der Bandscheibendegeneration.....	40
Discusraumverschmälerung.....	40
Retrolisthesis.....	40
Pseudospondylolisthesis.....	40
Isolierte segmentale Streckstellung.....	41
Dorsales Klaffen des Discusraumes.....	41
Assimilationsvorgänge im Lumbalbereich.....	41
<u>Entwicklung positiver Röntgenkontrastmittel zur lumbalen Myelographie</u>	44 - 45a
Kollargol.....	44
Luft.....	44
Lipiodol.....	44
Thorotrast.....	44
Pantopaque.....	44
Duroliopaque.....	44
Abrodil.....	45
Conray 60.....	45
Dimer-X.....	45
Amipaque.....	45a
<u>Physikochemische Daten, tierexperimentelle und klinische Pharmakologie von Dimer-X</u>	46 - 50
Dichte.....	46
Osmolarität.....	46
Allgemeine Toxizität.....	46
Epileptogene Wirkung.....	47
Zelluläre Toxizität.....	47
Pharmakokinetik.....	48
Beeinträchtigung der Schilddrüsenserologie.....	48
Interferenz mit laborchem. Analysen.....	48
Kontraindikationen.....	48
Strukturformel.....	49
Vergleich von physikochem. und pharmakologischen Daten von Abrodil, Conray 60, Dimer-X und Amipaque.....	50
<u>Technik der Dimer-X-Myelographie</u>	51 - 54
Indikation.....	51
Prämedikation.....	51
Röntgenapparatur.....	51
Lumbalpunktion.....	51
Queckenstedt'scher Versuch.....	51
Prednisolon H Instillation.....	52
Kontrastmittelinstitution.....	52
Kontrastmittelkonzentration.....	52
Myelographieserie.....	53
Funktionsmyelographie.....	54

	<u>Seite</u>
<u>Postradiologische Maßnahmen</u>	55
Halbsitzende Lagerung.....	55
Flache Lagerung.....	55
<u>Komplikationen nach Dimer-X-Myelographie</u>	56 - 60
Meningeale Reizerscheinungen.....	56
Radikuläre Reizerscheinungen.....	56
Postmyelographischer Liquorbefund.....	56
Zentral-nervöse Komplikationen.....	56
Komplikationshäufigkeit nach Dimer-X-Myelographie in der Literatur.....	57
Akutes Kauda-Syndrom.....	57
Adhaesive Arachnoiditis.....	57
<u>Typische Röntgenbefunde beim lumbalen Bandscheibenvorfall im Dimer-X-Myelogramm</u>	61 - 71
Morpholog. Wurzelscheidenveränderung.....	61
Wurzelscheidenamputation.....	61
Impression der Duralsackwand.....	61
Kompletter Stopp bei Medianem Bandscheibenvorfall.....	61
Intraduralem Tumor.....	62
Extraduralem Tumor.....	62
Eigene Ergebnisse über die Häufigkeit pathologischer Befunde..	64
Demonstration pathologischer Myelogrammbefunde.....	65
<u>Vergleich von myelographischer Diagnose und operativem Befund</u> ...	72 - 73
Übereinstimmung.....	72
Falsch negative Myelogramme.....	72
Abweichungen des myelographischen Befundes.....	72
Vergleich von Literaturangaben und eigenen Ergebnissen.....	72
<u>Diagnostische Bedeutung von klinisch-neurologischer Untersuchung und Dimer-X-Myelographie</u>	76 - 78
Vollständige Übereinstimmung von klinischem, myelographischem und operativem Befund.....	76
Abweichungen des myelographischen Befundes.....	76
Abweichungen des operativen Befundes.....	76
Abweichungen des klinischen Befundes.....	76
<u>Zusammenfassung</u>	79 - 80
<u>Diskussion</u>	83 - 86
<u>Literaturverzeichnis</u>	87 - 101

Einleitung

Das lumbale Schmerzsyndrom mit oder ohne radikuläre Beteiligung gewinnt zunehmend an Bedeutung in diagnostischer, therapeutischer und gutachtlicher Hinsicht. Dabei ergibt sich für den heute tätigen Arzt fast selbstverständlich der kausale Zusammenhang zwischen Lumbo-Ischialgie und lumbaler Discopathie. Synoptisch müssen allerdings differentialdiagnostisch Tumoren des Rückenmarks und der Meningen, Tumoren des kleinen Beckens, entzündliche, degenerative, traumatische und metastatische Wirbelsäulenveränderungen, angeborene Wirbelsäulenanomalien und statisch bedingte Fehlhaltungen ausgeschlossen werden.

Anamnese, klinisch-neurologischer Befund, neuroradiologische, szintigraphische und elektrophysiologische Untersuchungsmethoden sind für die Differentialdiagnose des lumbalen Schmerzsyndroms unentbehrlich.

Die für das lumbale Schmerzsyndrom bzw. die Lumbo-Ischialgie pathognomonischen Schmerzattacken und die dadurch bedingte erhebliche Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens können das Leben der Betroffenen so nachhaltig beeinflussen, daß es seit langem eine wissenschaftliche Herausforderung für die medizinische Forschung war, Pathogenese und Ätiologie dieses Krankheitsbildes zu klären und befriedigende Therapiemöglichkeiten zu finden.

Bisweilen wurde dem Lumbago-Ischias-Syndrom sogar ein literarisches Denkmal gesetzt, wie in Shakespeares Komödie "Measure for Measure": "... How now, which of your hips was the most profound sciatica?" (zitiert nach Söderberg)

Trotz intensiver Bemühungen gelang es der medizinischen Forschung erst in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts, den Kausalzusammenhang zwischen Lumbo-Ischialgie und Bandscheibenvorfall herzustellen.

Erwähnenswert erscheinen hierbei einige historisch bedeutende medizinische Veröffentlichungen, die zur Klärung von Ätiologie und Pathogenese der Lumbo-Ischialgie als Folge eines Bandscheibenschadens beigetragen haben bzw. die Voraussetzungen hierfür geschaffen haben.

CONTUGNO stellte in seiner 1764 veröffentlichten Schrift "De ischiade nervosa commentarius" die Hypothese auf, daß es zwei Formen der Ischias gäbe: die Ischias arthritica und die Ischias nervosa, wobei er letztere auf ein Ödem des Neurilemm zurückführte.

VIRCHOW postulierte 1857 aufgrund von Sektionsbefunden die Möglichkeit eines "traumatisch bedingten Faserknorpelbruches der Intervertebralscheibe".

Diese Hypothese wurde in der Veröffentlichung von KOCHER 1896 "Die Verletzungen der Wirbelsäule, zugleich als Beitrag zur Physiologie des Rückenmarkes" bestätigt. Die pathologisch anatomische Untersuchung eines Verunglückten, der aus 30 Meter Höhe abgestürzt war, hatte eine Bandscheibenruptur zwischen dem 1. und 2. Lendenwirbelkörper mit Dislokation in den Spinalkanal ergeben.

LUSCHKA's Monographie aus dem Jahr 1858 "Die Halbgelenke des menschlichen Körpers" beinhaltet bereits wissenschaftlich fundierte Aussagen über die Anatomie und Embryologie der Intervertebralscheibe. Er darf als erster Autor angesehen werden, der eine Bandscheibenprotrusion als Ursache für eine Nervenwurzelkompression und damit als Auslöser einer Lumboischialgie beschrieben hat. Er schreibt: "Es ist eine umfängliche Höhle bemerklich, welche sich nach hinten zu einem Kanal verlängert, der in der Mitte der hinteren Seite der Knorpelscheibe ausmündet. Durch ihn ist eine Fortsetzung des Gallertkernes in den Wirbelkanal unter das Ligamentum longitudinale posterius hereingewuchert".

Diese Veröffentlichungen waren von rein wissenschaftlichem Interesse und konnten für die Therapie der Lumboischialgie keine neuen Perspektiven liefern.

Als mögliche pathogenetische und ätiologische Faktoren der Ischias diskutierte man rheumatische Entzündungen, bakterielle Infektionen und Intoxikationen.

In einer 1911 veröffentlichten Kasuistik berichtete GOLDTHWAIT über einen Mann, der bei bestehender Lumbalgie plötzlich eine Paraplegie beider Beine entwickelt hatte. Bei der sofort erfolgten Operation durch CUSHING hatte lediglich eine Einengung des Spinalkanals in Höhe der lumbosakralen Bandscheibe diagnostiziert werden können. GOLDTHWAIT schloß daraus, daß der lumbosakrale Übergang als Prädilektionsstelle einer Wirbelinstabilität anzusehen sei.

Unabhängig davon kamen im gleichen Jahr MIDDLETON und TEACHER zu ähnlichen Ergebnissen. Sie beschrieben einen Fall, bei dem es infolge eines Verhebe-traumas zu einer Paraplegie mit Anästhesie beider Beine gekommen war. Der Sektionsbefund hatte eindeutig einen Bandscheibenvorfall in Höhe L₁ mit Dislokation in den Spinalkanal ergeben.

Nachdem SCHMORL et al. 1929/31 durch ihre Publikationen die Kenntnisse über Anatomie und Physiologie der Bandscheibe erweitert hatten, gelang es MIXTER und BARR 1934 anhand von 19 operativ verifizierten Bandscheibenvorfällen, den Kausalzusammenhang zwischen der Lumboischialgie und der durch einen Bandscheibenvorfall ausgelösten mechanischen Nervenwurzelkompression klar darzustellen.

Mit diesen neuen Erkenntnissen war die entscheidende Wende in der Beurteilung der Lumboischialgie hinsichtlich Diagnostik und kausaler Therapie eingetreten.

Die bei vorangegangenen Operationen exstirpierten Gewebsmassen, die man als Chondrome, Enchondrome, Echondrome, Fibrome und Fibrochondrome pathologisch-anatomisch klassifiziert hatte (FEDOR KRAUSE 1908, ADSON und OTT 1922), dürften in der überwiegenden Anzahl der Fälle Bandscheibenvorfälle gewesen sein.

In zunehmendem Maße wurde die Bandscheibe und ihre Pathologie bzw. Pathophysiologie zu einem attraktiven Objekt der medizinischen Forschung, so daß die Anzahl der Publikationen zu diesem Thema kaum überschaubar geworden ist.

Nachdem man detaillierte Kenntnisse über die Klinik des Bandscheibenvorfalles gewonnen hatte, wuchs das Interesse an einer Verbesserung der Behandlungsmöglichkeiten. Die Operation als Mittel der Wahl bei Bandscheibenvorfällen mit neurologischen Ausfallerscheinungen wurde nur unter strengster Indikationsstellung durchgeführt. Die damals bevorzugte Operationstechnik der Laminektomie wurde wegen des hohen Risikos fast ausschließlich bei Patienten mit akuter Querschnittsläsion der Cauda equina infolge eines Bandscheibenmassenprolapses gewagt. Man suchte deshalb nach Hilfsmitteln zur präoperativen Diagnostik des lumbalen Bandscheibenvorfalles insbesondere hinsichtlich der exakten Höhen- und Seitenlokalisation, um das Operationsrisiko zu senken und die Erfolgchancen zu verbessern, und fand sie in der Myelographie mit positiven Kontrastmitteln zur Darstellung des spinalen Subarachnoidalraumes.

In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, einen kritischen Beitrag zur Diskussion über den diagnostischen Wert, die Indikation, die Technik der Durchführung sowie die Komplikations- und Erfolgsquote der lumbalen Myelographie mit dem wasserlöslichen Kontrastmittel Dimer-X zu liefern.

Die Untersuchung stützt sich auf die Auswertung von 605 präoperativ in der Neuroradiologischen Abteilung der Neurochirurgischen Universitätsklinik Erlangen vom Mai 1971 bis Dezember 1974 angefertigten lumbalen Myelogrammen. Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei einer vergleichenden Betrachtung der diagnostischen Aussagekraft von klinisch neurologischem und myelographischem Befund in Korrelation zum operativen Resultat geschenkt.

Patientengut und Methode

In der Neuroradiologischen Abteilung der Neurochirurgischen Universitätsklinik Erlangen wurden von Mai 1971 bis Dezember 1974 insgesamt 718 Myelogramme mit dem wasserlöslichen Kontrastmittel Dimer-X angefertigt.

Dieses Kollektiv umfaßt auch 113 Patienten, die sich in stationärer Behandlung in anderen Kliniken des Universitätsbereiches (Neurologie, Innere Medizin, Orthopädie, Gynäkologie) befanden und "ambulant" in der Neurochirurgischen Klinik myelographiert worden sind. Die Patienten wurden nach vierstündiger postradiologischer Überwachung in die überweisende Klinik zurückverlegt. Die Myelogramme wurden den Ärzten der jeweiligen Klinik zur Dokumentation überlassen, weswegen sie zur Auswertung im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht heranbezogen werden konnten.

Eine auslesefreie Serie von 605 lumbalen Myelogrammen mit Dimer-X wurde zur Kontrolle der neuroradiologischen Diagnostik nachbefundet. Es wurde dabei bewußt auf die Kenntnis der klinischen Daten und operativen Ergebnisse verzichtet, um durch diese Methode eine maximale Objektivität bei der Reinterpretation zu gewährleisten und eine kritische Beurteilung des diagnostischen Wertes dieser neuroradiologischen Untersuchungsmethode zu ermöglichen.

Zur Erfassung aller wichtigen Daten wurde ein Diagnoseschema entworfen, das notwendige Informationen für die Auswertung der Ergebnisse liefert. Zur Orientierung ist ein Muster auf den Seiten 6 a, 6 b und 6 c beigelegt.

Archiv-Nr.:

Alter:

Name:

Beruf:

Anamnese

I. Schmerzanalyse

Art und Weise des Schmerzbeginns:

Dauer der Beschwerden:

Lokalisation des Schmerzes:

Schmerzqualität:

Topographie der Schmerzausstrahlung:

Schmerzintensität bei Husten, Niesen, Pressen:

Schmerzrezidive:

II. Sensibilitätsstörungen

Lokalisation:

III. Motorische Ausfälle

Lokalisation:

Beteiligung von Blase / Mastdarm:

IV. Bisherige Therapie

Röntgenologischer Befund

I. Röntgen-Nativaufnahmen der LWS in 2 Ebenen

Fehlhaltungen:

Degenerative Veränderungen:

Zwischenwirbelraum:

Variationen des lumbosakralen Überganges:

Mißbildungen der LWS:

II. Myelogramm mit Dimer-X

Kompletter Kontrastmittelstop

Impression des Kontrastmittelbandes im Seitenbild:

Impression des Kontrastmittelbandes im p.a. Bild:

Wurzelscheidenverbreiterung

Wurzelscheidenverlagerung

Wurzelscheidenverkürzung

Wurzelscheidenamputation

Klinisch-neurologischer Befund

I. Vertebragene Symptomatik

Haltung der LWS:

Beweglichkeit der LWS:

Brettsyndrom:

Fingerbodenabstand:

Paravertebrale Muskelverspannung:

Umschriebener Klopfschmerz:

Paravertebraler Druckschmerz:

Zeichen nach Laségue:

II. Radikuläre Reizerscheinungen

Sensibilitätsstörungen

Paraesthesie:

Hypaesthesie:

Anaesthesie:

Motorische Ausfälle

Herabsetzung der groben Kraft:

Parese:

Paralyse:

Blasen- / Mastdarmfunktion:

Beineigenreflexe

PSR:

ASR:

TPR:

Gangbild

Zehengang:

Fersengang:

Operationsbefund

Datum der Operation:

Operateur:

Operations-Diagnose:

Operations-Technik:

Intraoperative Komplikationen:

Von 605 mit Dimer-X myelographierten Patienten wurden 427 (70,6 %) post-radiologisch operiert, so daß die neuroradiologische Diagnose anhand des Operationsbefundes überprüft werden konnte.

Bei 100 Patienten (27,4 %) erfolgte keine chirurgische Intervention.

In 70 Fällen (42,1 %) war myelographisch kein pathologischer Befund zu erheben. 15 Myelogramme dieser Serie (21,4 %) waren allerdings technisch so mangelhaft, daß keine eindeutig pathologischen Röntgensymptome diagnostiziert werden konnten. Ob in den eben zitierten Fällen ein qualitativ besseres Myelogramm die Indikation zur Operation gerechtfertigt hätte, konnte retrospektiv nicht geklärt werden.

Postoperativ aufgetretene Schmerzrezidive im Sinne des Postdiscotomie-Syndroms, die in 10 Fällen (6,0 %) des untersuchten Krankengutes aufgetreten waren, wurden myelographisch abgeklärt, ohne daß sich eine erneute Operationsindikation ergeben hat.

In 86 Fällen (51,8 %) wurde trotz positivem Myelogramm die Fortsetzung der konservativen Therapie empfohlen. Eine genaue Aufschlüsselung der vielfältigen Gründe, die zu dieser Entscheidung veranlaßten, würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen. Erwähnt seien nur das erhöhte Operations- bzw. Narkoserisiko bei stark reduziertem Allgemeinzustand, generalisierte degenerative Wirbelsäulenveränderungen, lumbale Discopathien in mehreren Etagen und spontane Remission der radikulären Symptomatik unmittelbar nach der Myelographie.

12 Patienten wurden wegen des Verdachts auf spinale Neoplasmen im Lumbalbereich mit Dimer-X myelographiert. Die Anzahl der Tumor-Patienten entspricht einer relativen Häufigkeit von 2 Prozent. Die klinische Verdachtsdiagnose wurde in 11 Fällen myelographisch und operativ bestätigt. Bei einer Patientin (L. Sch. Archiv-Nr. N-CH 9870) konnte sowohl ein lumbosakraler Bandscheibenvorfall als auch ein Tumor (Neurinom) unter der zweiten Sakralwurzel diagnostiziert werden.

Auswertung der anamnestischen Daten

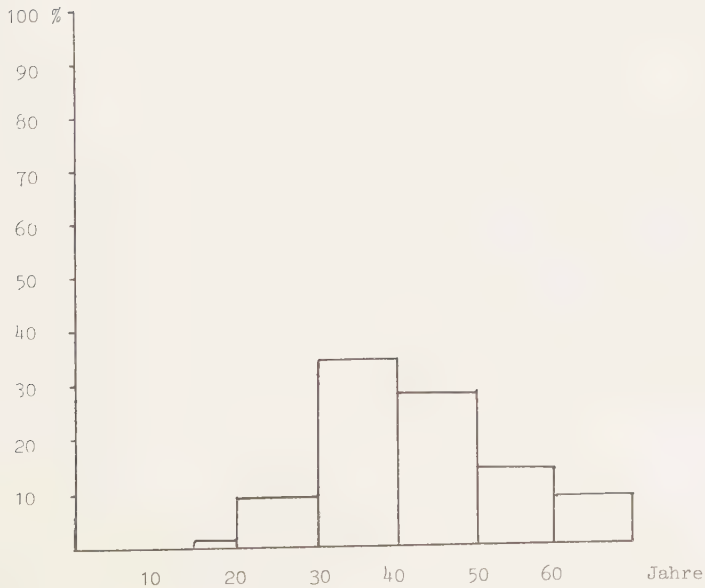
Zur Auswertung der anamnestischen Daten wurden nur jene 427 Patienten herangezogen, bei denen der lumbale Bandscheibenvorfall operativ gesichert werden konnte.

Von dem untersuchten Patientengut waren 173 weiblichen und 254 männlichen Geschlechts, was einer prozentualen Verteilung von 40,5 % zu 59,5 % entspricht.

Das Alter der Patienten wurde zum Zeitpunkt der Myelographie ermittelt. Der jüngste Patient war ein 16-jähriges Mädchen, der älteste Patient ein 73-jähriger Mann. Es ergab sich die für das Auftreten eines Bandscheibenschadens typische Altersverteilung mit einer signifikanten Häufung im IV. und V. Dezenium. Erwähnt sei, daß in der Neurochirurgischen Universitätsklinik Erlangen bei 41 Patienten jenseits des 60-sten Lebensjahres die Myelographie mit Dimer-X komplikationslos durchgeführt worden ist. Die Altersverteilung ist in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Alter Jahre	Patienten n	n in %
10-20	5	1,2
21-30	14	10,3
31-40	151	35,4
41-50	122	28,6
51-60	64	15,0
ab 61	41	9,6
Gesamt	427	100,1

Tabelle 1: Altersverteilung der 427 Patienten der vorliegenden Untersuchung



Angesichts der Tatsache, daß in der Bundesrepublik Deutschland 20 % der Arbeitsniederlegungen und 50 % der vorzeitig gestellten Pensionierungsanträge aufgrund einer Discopathie erfolgen (KRÄMER), war es von sozio-ökonomischem Interesse, die Morbidität bestimmter Berufsgruppen mit unterschiedlicher körperlicher Belastung zu analysieren. Dazu wurde das untersuchte Patientenkollektiv entsprechend der jeweiligen beruflich bedingten, körperlichen Beanspruchung in fünf Gruppen eingeteilt.

In der ersten Gruppe wurden Tätigkeiten mit einseitiger körperlicher Belastung bei überwiegend sitzender Arbeitsweise zusammengefaßt. Ihr gehören in den Industriestaaten drei Viertel der Arbeitnehmer an. Auch in der vorliegenden Arbeit ergab sich eine Priorität mit 141 Fällen.

Der Anteil an Berufen mit mittlerer körperlicher Beanspruchung lag bei 27,4 %.

59 Patienten waren beruflich schwerer körperlicher Belastung ausgesetzt gewesen.

Hausfrauen und Berufskraftfahrer wurden gesondert registriert. Es fand sich eine prozentuale Häufigkeit von 20,4 % bzw. 5,4 %.

Berufsgruppe	Patienten n	in %
Leichte Belastung	101	25,0
Mittlere Belastung	111	26,2
Schwere Belastung	104	24,5
Hausfrauen	101	23,4
Kraftfahrer	101	23,4
Gesamt	408	100,0

Tabelle 2: Berufsbedingte körperliche Belastung bei 427
Patienten mit lumbaler Discopathie

Das ermittelte Ergebnis, das in Tabelle 2 nochmals zusammengefaßt ist, entspricht den Untersuchungen von Arbeitsphysiologen, die aufgrund von Meßergebnissen des Bandscheibeninnendruckes bei unterschiedlicher Körperhaltung festgestellt haben, daß der Innendruck beim Sitzen gegenüber dem aufrechten Stehen um bis zu 90 % erhöht ist (NACHEMSON) und so eine vorzeitige Bandscheibendegeneration begünstigt wird. Durch die beständige, einseitige körperliche Belastung entwickelt sich zudem noch eine statische Insuffizienz des Bewegungsapparates, die zu Wirbelsäulenfehlhaltung und Bandscheibenschäden führen kann.

Bei der Erhebung der Vorgeschichte galt das besondere Interesse der eingehenden Schmerzanalyse, um Fakten zum Ausschluß einer neurogenen, myogenen, entzündlich-rheumatischen und neoplastischen Genese des lumbalen Schmerzsyndroms zu sammeln.

Die Patienten wurden nach dem ersten Auftreten der Schmerzsymptomatik befragt.

205 Patienten beschrieben eine chronisch progrediente Entwicklung des lumbalen Schmerzsyndroms, ohne sich an einen bestimmten Anlaß, der das Beschwerdebild ausgelöst haben könnte, erinnern zu können.

122 der Befragten berichteten über einen plötzlichen Beginn der Lumbalgie unmittelbar nach einer abrupten Bewegung.

51 Patienten führten den Beginn der Lumbalgie auf ein Wirbelsäulen-Trauma zurück. In 18 Fällen wurde von den Betroffenen ein Kausalzusammenhang zwischen Unfallereignis (Verkehrs-, Arbeits- und Sportunfälle) und Bandscheibenschaden hergestellt. Ein Verhebetrauma wurde von 33 Patienten als Ursache für die Schmerzsymptomatik angesehen.

In 44 Fällen war es bereits zu Beginn der Beschwerden zu einer isoliert aufgetretenen Ischialgie gekommen.

5 Frauen des untersuchten Patientengutes berichteten, daß die Lumbo-Ischialgie erstmals während einer Gravidität aufgetreten sei. Obwohl in allen Fällen operativ Bandscheibenvorfälle gesichert werden konnten, ist zu bezweifeln, ob die Gravidität den Discusprolaps bedingt hat. Wahrscheinlicher ist die Annahme, daß die während der Gravidität veränderte Statik der Wirbelsäule und räumliche Enge im kleinen Becken zur Lumbo-Ischialgie geführt haben. Der Bandscheibenvorfall dürfte sich unabhängig von der Gravidität entwickelt haben.

Isolierte Bandscheibenverletzungen, die durch heftige, plötzliche Gewalteinwirkung infolge Hyperextension oder Kompression mit Dislokation der Wirbelsäule verursacht werden können, setzen in den meisten Fällen eine präexistente Bandscheibendegeneration voraus und sind äußerst selten. In der Literatur sind Häufigkeiten von 3,8 % (LOB) bzw. 9 % (JOCHHEIM et al.) angegeben. Die Angaben der Patienten müssen unter Berücksichtigung des stark ausgeprägten Kausalitätsbedürfnisses kritisch beurteilt werden.

Als weiterer Parameter für die Schmerzanalyse interessierte die Dauer der vertebrogenen Symptomatik. Die Mehrzahl der 427 befragten Patienten (58 %) berichteten über einen Zeitraum von 1 bis 10 Jahren zwischen Erstmanifestation der Rückenschmerzen und Myelographietermin. Bei 14 % der Untersuchten lag das erstmalige Auftreten der Lumbago weniger als 6 Monate zurück. Bei 11,7 % der Befragten ergab sich eine Dauer der Beschwerden von mehr als 15 Jahren.

Nach dem Beginn der radikulären Schmerzausstrahlung befragt, berichteten 65 Patienten über eine Koinzidenz von Lumbago und Ischialgie. Bei 44 Patienten waren ausschließlich ischialgieforme Beschwerden aufgetreten. In 79 Fällen hatte sich die radikuläre Symptomatik im Verlauf mehrerer Tage entwickelt. Ein Intervall von mehreren Wochen wurde von 25 Patienten angegeben, während bei 27 Patienten ein Zeitraum bis maximal 6 Monate zwischen Lumbago und Ischialgie vergangen war. 166 Patienten teilten mit, daß die erste Ischialgie erst nach mehreren Lumbago-Rezidiven aufgetreten sei. In 17 Fällen war es nie zur radikulären Schmerzausstrahlung gekommen.

Die Auswertung dieser Ergebnisse führte zu dem Schluß, daß bei einem akuten Schmerzsyndrom mit radikulärer Beteiligung ein Bandscheibenvorfall als Ursache sehr wahrscheinlich ist, daß aber ein chronischer Verlauf der Beschwerden ebenso für einen Bandscheibenschaden wie für entzündliche bzw. degenerative Wirbelsäulenveränderungen oder spinale Neoplasmen sprechen kann.

Dauer der vertebra- genen Symptomatik	Patienten n	n in %
1 bis 6 Monate	6	10,7
7 bis 12 Monate	4	10,5
1 bis 2 Jahre	5	11,7
3 bis 5 Jahre	6	12,1
6 bis 10 Jahre	7	14,3
11 bis 15 Jahre	2	5,2
länger als 15 Jahre	5	11,7
Gesamt	42	100

Tabelle 3: Dauer der vertebra-genen Symptomatik von Erstmani-
festation bis Myelographietermin

Zeitpunkt der 1. Ischialgie	Patienten n	n in %
ausschließlich Ischialgie	44	10,3
unmittelbar nach Lumbago	69	16,2
einige Tage nach Lumbago	79	18,6
einige Wochen nach Lumbago	25	5,9
bis max. 6 Monate nach Lumbago	27	6,3
nach mehreren Lumbago-Rezidiven	66	30,2
keine Ischialgie	17	4,0
Gesamt	427	100,0

Tabelle 4: Zeitpunkt der Erstmanifestation
radikulärer Symptomatik

Problematisch gestaltete sich die Dokumentation der Schmerzqualität, da nur selten streng katalogisierbare Aussagen von den Patienten zu erhalten waren. Das Schmerzgeschehen wurde subjektiv je nach Persönlichkeitsstruktur und psychischer Verfassung verarbeitet. Die Mehrzahl der Patienten beschrieb den Schmerz als attackenhaft auftretend, hell, umschrieben und oberflächlich. Überwog eine psychische Überlagerung der Kreuzschmerzen im Sinne einer psychosomatischen Störung bzw. eines konversionsneurotischen Symptoms, so empfanden die Betroffenen den Schmerz als diffus und dumpf.

Die Schmerzprojektion auf entsprechende Dermatome ergab als Kardinalsymptom erste wichtige Hinweise auf die Höhenlokalisation der betroffenen Rückenmarkswurzel, wobei betont werden muß, daß nicht der gesamte Bereich des zugehörigen Dermatoms betroffen sein muß. Über eine radikuläre Schmerzausstrahlung in beide Extremitäten berichteten 89 Patienten (20,8 %). Bei 321 Patienten (75,2 %) sei es zu einer einseitigen Ischialgie gekommen, bei 17 Patienten seien ischialgieforme Beschwerden nie aufgetreten.

Über segmentale Gefühlsstörungen in Form von Hyperästhesien, Hypästhesien, Parästhesien und Hypalgesien klagten 188 Patienten (44 %). In 10 Fällen sei es zu einer Anästhesie gekommen.

116 Patienten (27,1 %) waren motorische Ausfallserscheinungen beim Gehen und Treppensteigen aufgefallen. Über Störungen der Blasen- und Mastdarmfunktion wurde in 64 Fällen (14,9 %) berichtet.

Nach der bisherig durchgeführten konservativen Therapie befragt, schilderten die Patienten Modifikationen eines beinahe identischen Behandlungsschemas, das sich wie folgt gliedern läßt:

Beim akuten Schmerzsyndrom dominiert die medikamentöse Therapie mit Analgetika, Antiphlogistika, Ataraktika und Kortikosteroiden sowie bei psychopathologischer Disposition mit Antidepressiva zur Unterbrechung des Circulus vitiosus von Schmerz, Muskelspasmus und psychischer Verspannung. Unterstützend werden initiale Bettruhe mit Lagerung im Stufenbett, Periduralanästhesie und Neuraltherapie angewandt.

Nach Abklingen des akuten Beschwerdebildes werden thermische, balneotherapeutische und krankengymnastische Maßnahmen zur symptomatischen Therapie bevorzugt. Daneben kann durch Nutzung orthopädischer Hilfsmittel in Form von Stützmiedern eine Nervenwurzelentlastung durch Fixation der Wirbelsäule versucht werden.

Die in praxi von vielen Patienten favorisierten Verfahren der Chirotherapie sind beim Bandscheibenvorfall absolut kontraindiziert.

Zusammenfassend kann aufgrund der gewonnenen Ergebnisse festgestellt werden, daß die Anamnese eine unentbehrliche Grundlage für die neurologische und röntgenologische Diagnostik des Bandscheibenvorfalles liefert. Die eingehende Schmerzanalyse erlaubt bereits aus anamnestischen Daten eine differentialdiagnostische Abklärung des lumbalen Schmerzsyndroms.

Die Bedeutung der klinisch neurologischen Untersuchung für die Diagnostik des lumbalen Bandscheibenvorfalles

Der Erörterung über die Effektivität der klinisch neurologischen Untersuchung für die Diagnostik des lumbalen Bandscheibenvorfalles seien wichtige funktionell anatomische und pathophysiologische Daten vorangestellt.

Statik und Dynamik des Rumpfes werden durch die funktionelle Segmentierung der Wirbelsäule in drei zueinander asymmetrisch gekrümmte Abschnitte, bestehend aus einer Kette fester und elastischer Bauelemente, gewährleistet. Das knöcherne Gerüst wird von Wirbelkörpern, Wirbelbögen, Gelenk-, Quer- und Dornfortsätzen gebildet. Die Bandscheiben, Intervertebralgelenke sowie der Muskel- und Bandapparat sind als Bewegungssegmente interpoliert. Da entsprechend der Gravitation die statischen und dynamischen Belastungen der Wirbelsäule kraniokaudal zunehmen, sind Form und Größe der Wirbelkörper und Bandscheiben diesen mechanischen Mehrbelastungen angepaßt. Am Übergang der flexiblen Lendenwirbelsäule zum starren os sacrum treten besonders ungünstige Druck- und Scherkräfte auf, so daß die lumbosacrale Bandscheibe einen Locus minoris resistentiae und somit eine Prädilektionsstelle für den lumbalen Discusprolaps darstellt.

Anatomisch gliedert sich die Intervertebralscheibe in Nucleus pulposus, Anulus fibrosus sowie die knorpeligen Grund- und Deckplatten.

Der Nucleus pulposus ist als Rest der Chorda dorsalis anzusehen. Histologisch findet man eine homogene, zellfreie Struktur aus Bindegewebsfasern und Chordaretikulum. Biochemisch besteht der Gallertkern aus einem Kolloid des Glykosaminoglykanprotein-Gemisches Chondroitin-6-sulfat und Keratansulfat im physiologischen Verhältnis 1 : 1. Rheologisch kennzeichnend sind hohe Strukturelastizität, Plastizität und Viskosität.

Die relativ früh einsetzende physiologische Degeneration des Nucleus pulposus erfolgt durch zunehmende Dehydratation, Verlust des Turgors und der Viskosität. Chondroitin-6-sulfat wird durch sein Isomer Dermatan-sulfat ersetzt bei Anstieg des relativen Keratansulfatgehaltes.

Der Anulus fibrosus entwickelt sich aus fetal angelegtem, hyalinem Knorpelgewebe. Seine rheologischen Eigenschaften, wie hoher Elastizitätsmodul, geringgradige Hysterese und fehlende Plastizität, werden von seinem Aufbau in zwiebelschalenartig übereinanderliegende, parallel verlaufende Faserknorpelfibrillen bestimmt, die durch den Quellungsdruck des Gallertkerns unter Ruhedehnung gehalten werden. Da die einzelnen Schichten stumpfwinklig zueinander angeordnet sind, kommt es nur bei Zug oder Stauchung zu einer Formveränderung der Intervertebralscheibe.

Als Folge der regressiven Veränderungen des Nucleus pulposus kommt es zu einer Herabsetzung der Ruhedehnung der Faserknorpelfibrillen, so daß eine optimale Dämpfung der Druck- und Scherbelastungen nicht mehr gewährleistet ist. Es entstehen Einrisse im Anulus fibrosus und Deckplatteneinbrüche.

Nach HARTMANN kann zu Beginn der Degenerationsvorgänge auch eine Verschiebung des Gleichgewichts zwischen Polymerisation und Depolymerisation des Mucopolysaccharids zu Gunsten der Letztgenannten zu einer erheblichen Steigerung der Ruhedehnung führen, die bei schnellen Belastungsänderungen ein Einreißen des Anulus fibrosus begünstigt.

In der Fetalzeit sind die Intervertebralscheiben vaskularisiert. Nach der Obliteration der Gefäße erfolgt der Stoffwechsel des bradytrophon Bandscheibengewebes durch Diffusion. Nach den Untersuchungen von KRÄMER besteht bei Belastung der Wirbelsäule ein Diffusionsgefälle von zentral nach peripher, das sich bei Entlastung umkehrt. Der physiologische Pump-

mechanismus bei permanentem Wechsel zwischen Be- und Entlastung der Wirbelsäule und der Bandscheibe ermöglicht eine Optimierung der Stoffwechselbedingungen.

Die degenerativen Veränderungen an der Intervertebralscheibe durchlaufen verschiedene progrediente Stadien. Sind aufgrund der oben beschriebenen Pathomechanismen Einrisse im Anulus entstanden, so wird in diese degeneriertes Bandscheibengewebe gepreßt, woraus ein Substanzverlust der Intervertebralscheibe und folglich eine Höhenminderung (Chondrose) resultieren. Die sich daraus ergebende Gefügelockerung im gesamten intervertebralen Bewegungssegment wird als Derangement interne bezeichnet.

Bei der Bandscheibenprotrusion wölbt degeneriertes Bandscheibengewebe den Anulus fibrosus gegen das Ligamentum longitudinale posterius vor.

Das Stadium des Bandscheibenvorfalles ist erreicht, wenn eine totale Zerreißung der Faserringlamellen stattgefunden hat und Bandscheibengewebe nach ventral, dorsomedial oder dorsolateral ausgetreten ist.

Die ventrale Bandscheibenhernie ist klinisch von geringer Bedeutung.

Hat totalprolabiertes nekrotisches Bandscheibengewebe das Lig. longitudinale posterius perforiert und die Verbindung mit der Intervertebralscheibe verloren, spricht man von einem Bandscheibensequester.

Erfolgt der zentrale Prolaps von Bandscheibengewebe durch die knorpeligen Deckplatten in den benachbarten Wirbelkörper, so bezeichnet man ihn als intraspongiöse Hernie oder SCHMORL'sches Knötchen.

Im Endstadium der Degeneration ist das geschädigte Bandscheibengewebe durch lockeres, zellreiches Narbengewebe ersetzt. Die durch die Destruktion der Intervertebralscheibe bedingte Störung im gesamten Bewegungssegment führt zu einer progredienten Sklerosierung der Grund- und Deckplatten (Osteochondrose), zu reaktiven Knochenappositionen an den Wirbelkörperkanten (Spondylosis deformans) und zu degenerativen Veränderungen an den Intervertebralgelenken (Spondylarthrose).

Klinisch manifestiert sich die dorsale Bandscheibenhernie durch vertebrale und radikuläre Symptome. Die radikuläre Symptomatik umfaßt das Schmerzsyndrom mit Schmerzprojektion in das sensible Versorgungsgebiet der betroffenen Rückenmarkswurzel, Sensibilitätsstörungen in den zugeordneten Dermatomen und motorische Ausfälle entsprechen der radikulären Innervation der Spinalwurzel. Da das Faserbündel der Cauda equina über eine längere Distanz parallel abwärts verläuft, kann ein Bandscheibenvorfall aus einer Etage gleichzeitig die Irritation mehrerer Spinalwurzeln bedingen. Für die Höhenlokalisierung des Bandscheibenprolapses ist die Tatsache wichtig, daß der Bandscheibenvorfall in der Regel nicht die Spinalwurzel komprimiert, die in gleicher Höhe den Wirbelkanal verläßt, sondern diejenige, die in der nächst tieferen Etage durch das Foramen intervertebrale austritt. Ein dorsolateraler Bandscheibenprolaps in Höhe von LWK_4/LWK_5 irritiert folglich die Wurzel L_5 und in Höhe LWK_5/SWK_1 die Wurzel S_1 (DAUN).

Zur Veranschaulichung wird die Graphik über die topographischen Beziehungen der Rückenmarks-Segmente und -Wurzeln zur Wirbelsäule nach POECK in Abbildung 1 demonstriert.

Die Topographie der sensiblen Innervation an der unteren Extremität ist Abbildung 2 zu entnehmen.

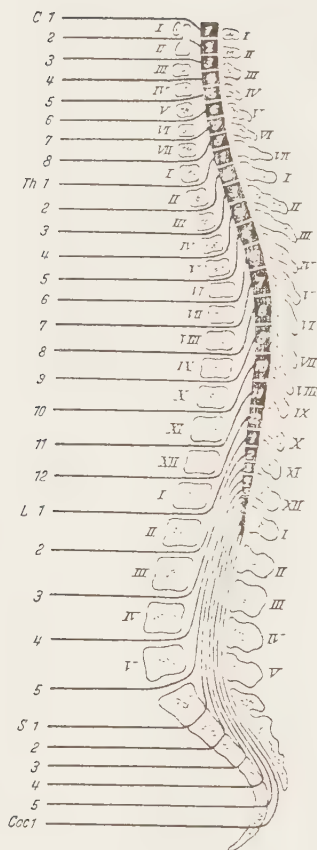


Abbildung 1: Topographische Beziehungen der RM-Segmente und -Wurzeln zur Wirbelsäule
aus POECK: Einführung in die klinische Neurologie



Abbildung 2: Topographie der radikulären Schmerzausbreitung und sensiblen Innervation an der unteren Extremität

- | | |
|---|--------------|
| a | Planta pedis |
| b | ventral |
| c | dorsal |
| d | lateral |
| e | medial |

Die klinische Untersuchung sollte die Inspektion und Palpation der Lendenwirbelsäule zur Überprüfung ihrer Haltung und Funktionsfähigkeit sowie eine neurologische Befunderhebung beinhalten. Eine kurze psychiatrische Exploration zum Ausschluß einer larvierten Depression scheint gerechtfertigt, da die Untersuchungen von WIECK ergeben haben, daß somatische Mißempfindungen bei Depressionen zu 5 Prozent auf die Lumbalregion und zu 15 Prozent auf die Extremitäten projiziert werden.

Charakteristische vertebrale Symptome der lumbalen Bandscheibenläsion sind die Bewegungseinschränkung der Lendenwirbelsäule mit skoliotischer Schonhaltung und der reflektorische Hartspann der paravertebralen Muskulatur. Diese Kardinalsymptome enden in einem Circulus vitiosus und führen über eine vasovegetativ ausgelöste Ischämie der stenosierten Nervenwurzel zu deren oedematösem Anschwellen und somit zur Steigerung der Kompression.

Die relative Häufigkeit vertebraler Symptome bei dem untersuchten Patientenkollektiv ist Tabelle 5 zu entnehmen. Bei 30 Patienten mit stark ausgeprägter Schmerzsymptomatik wurde auf die Erhebung der vertebralen Symptome verzichtet.

Vertebragene Symptome	Patienten n	in %
Schonhaltung + Skoliose	140	35,3
Lumbale Beugeversteifung	209	52,6
Paravertebraler Muskel- hartspann	210	52,9
Kopfschmerz über Proc. spinosi	100	25,2
Lumbale Druckpunkte u. Valleix Punkte	117	29,4
Glutealtonusminderung	18	4,5
Finger-Boden-Abstand		
nicht geprüft	14	3,5
0 - 1 cm	114	28,7
10 - 30 cm	62	15,6
40 - 50 cm	124	31,2
über 50 cm	83	20,8
Zahl der Patienten	397	100,0

Tabelle 5: Relative Häufigkeit vertebragener Symptome
beim lumbalen Bandscheibenvorfall, unter-
sucht bei 397 Patienten

Die Überprüfung der höhendiagnostischen Relevanz radikulärer Symptome setzt die genaue Kenntnis der radikulären motorischen und sensiblen Innervation voraus. Deshalb seien kurz die charakteristischen Ausfallerscheinungen der kaudalen Lumbalsegmente, die am häufigsten von einem Bandscheibenvorfall betroffen werden, erwähnt. Bei Irritation der Wurzel L_4 kommt es zu Sensibilitätsstörungen im Dermatom L_4 (siehe Abb. 2) und zu Lähmungen des M. quadriceps femoris (M. vastus medialis) sowie des M. tibialis anterior. Der Patellarsehnenreflex ist abgeschwächt oder erloschen. Nach DAUN kann der M. tibialis anterior nicht als Kennmuskel für das vierte Lumbalsegment angesehen werden, da er häufig auch beim L_5 -Syndrom betroffen ist. Die Kompression der fünften Lumbalwurzel führt zu Störungen der Innervation der Zehenheber, der Mm. peronei, der Mm. tibiales anterior et posterior sowie der kleinen Glutäen und ist folglich mit einer Behinderung des Fersenganges verbunden. Die Sensibilität ist ausgehend vom Condylus lateralis femoris über den vorderen äußeren Quadranten des Unterschenkels und den Fußrücken bis zur Streckseite der ersten und zweiten Zehe beeinträchtigt. Charakteristisch für die Stenosierung der Wurzel S_1 sind Motilitätsstörungen der Fuß- und Zehenbeuger und des M. glutaeus maximus, woraus eine Störung des Zehengangs resultiert. Die Sensibilitätsausfälle betreffen das Dermatom S_1 . Der Achillessehnenreflex ist ein empfindliches Kriterium für die Wurzel S_1 . Die biradikuläre Stenosierung der Wurzeln L_4 und L_5 führt zum motorischen Ausfall aller Streckmuskeln am Unterschenkel sowie der Mm. quadriceps femoris und tibialis anterior. Die kombinierte Läsion der Wurzeln L_5 und S_1 bedingt Paresen der Mm. extensores hallucis longus et brevis, der Mm. extensores digitorum longus et brevis und der Mm. fibulares.

Bei 427 Patienten wurden Sensibilitäts- und Motilitätsstörungen, Sehnenreflexausfälle und Behinderungen des Ganges und der Blasen- und Mastdarmfunktion im Hinblick auf ihre Bedeutung für die Höhenlokalisation von lumbalen Bandscheibenvorfällen untersucht. Das Lasègue-Zeichen und die Schmerzintensivierung bei Liquordruckerhöhung, hervorgerufen durch Husten, Niesen oder Pressen, wurden ebenfalls erfaßt und statistisch aus-

gewertet. Das positive Lasègue-Zeichen gibt einerseits wichtige Hinweise auf die Aktualität der Läsion und ermöglicht andererseits eine grobe Höhen-diagnose. Beispielsweise ist es bei dorsolateralen Bandscheibenvorfällen der Etagen L₄, L₅ und S₁ ipsilateral positiv, während es bei medianen und paramedianen Vorfällen sowie bei Beteiligung der cranialen Lumbalwurzeln kontralateral positiv ist.

Bei 349 Patienten (81,7 %) wurde das positive Lasègue-Zeichen nachgewiesen, bei 171 Patienten (40 %) der positive Hustenschmerz diagnostiziert. Blasen-funktionsstörungen und perianale Mißempfindungen sprechen für eine Kompression der Cauda equina, wie sie auch von einem medianen Bandscheibenvorfall hervorgerufen werden kann. In 29 Fällen (6,8 %) wurden passagere Miktions-störungen und in 7 Fällen (1,6 %) perianale Mißempfindungen beobachtet. In Relation zu insgesamt 45 medianen Bandscheibenvorfällen in dem der Auswertung zugrunde liegenden Krankengut ergibt sich eine relative Häufigkeit der beiden letztgenannten Symptome von 64,4 bzw. 15,5 Prozent.

Die Analyse der übrigen radikulären Symptome hinsichtlich ihrer für die klinische Höhen-diagnose ausschlaggebenden Effizienz ist Tabelle 6 zu entnehmen. Für diese Auswertung wurde der lokaldiagnostische Wert von Sensibilität, Motorik und Sehnenreflexen selektiv für jede Lumbalwurzel ermittelt.

Wegen zu geringer Fallzahl (n = 1) konnte keine statistisch gültige Aussage über das Segment L₃ getroffen werden.

In Segment L₄ (n = 16) nehmen Sensibilitäts- und Reflexstörungen den gleichen lokaldiagnostischen Rang ein. Motorische Ausfälle sind nur in der Hälfte der Fälle für die exakte Höhenlokalisation ausschlaggebend.

Bei Irritation der Wurzel L₅ (n = 182) dominieren die sensiblen Ausfallerscheinungen. Die Hypo- bzw. Areflexie des Tibialis posterior-Reflexes ist wegen seines inkonstanten Vorkommens nur bei einseitigem Auftreten als L₅-spezifisches Kriterium der lumbalen Discopathie zu werten (BRO-NISCH).

Im Gegensatz dazu war eine Störung des Achillessehnenreflexes in 83,3 Prozent der Fälle ausschlaggebend für die richtige Höhendidiagnose. Von großer lokaldiagnostischer Bedeutung ist die Sensibilitätsstörung im Dermatom S₁. Motilitätsstörungen waren nur in 27,5 % der Fälle typisch für die betroffene Wurzel S₁.

Bei biradikulärer Kompression der Wurzeln L₄ und L₅ ist die Aussagekraft von Motorik, Sensibilität und Reflexen gleichbedeutend. Sind die Wurzeln L₅ und S₁ betroffen, dominieren Sensibilitäts- und Reflexausfälle.

Behinderungen des Fersen- und Zehenganges sind in Tabelle 7 zusammengefaßt.

In 233 Fällen waren Zehen- und Fersengang beidseits unbehindert möglich.

Der Zehengang war in 40 Fällen schlecht bzw. unmöglich. Bezogen auf 156 Bandscheibenvorfälle der Höhe S₁ ergibt sich eine relative Häufigkeit von 25,6 Prozent.

Der Fersengang war in 59 Fällen beeinträchtigt, was bei insgesamt 208 Vorfällen in Höhe L₄ und L₅ einer Häufigkeit von 28,3 Prozent entspricht.

Die klinisch neurologische Untersuchung wurde durch laborchemische Routine-Untersuchungen von Blut und Liquor und durch Lues-Suchtests ergänzt. Dabei wurde in 3 Fällen eine Lues III diagnostiziert.

Der klinisch neurologische Befund von 12 Tumor-Patienten, die wegen akuten Querschnittssyndromen zur stationären Aufnahme gekommen waren, war in 11 Fällen charakteristisch für eine neoplastische Genése. In einem Fall konnte erst durch die Myelographie ein lumbaler Bandscheibenvorfall ausgeschlossen werden.

Segment	Operation N	Sensibilität		Motorik		Sehnenreflexe	
		n	n in %	n	n in %	n	n in %
L ₃	1	1		1			
L ₄	16	11	68,7	8	50,0	11	68,7
L ₅	182	120	65,9	106	58,2	42	23,0
S ₁	156	109	69,8	43	27,5	131	83,3
L ₄ + L ₅	10	5	50,0	5	50,0	5	50,0
L ₅ + S ₁	62	54	87,1	37	60,0	52	84,0

Tabelle 6: Absolute Häufigkeit höhenlokalisatorisch entscheidender Parameter beim lumbalen Bandscheibenschaden in Relation zur operativ gesicherten Höhendiagnose, untersucht an 427 Patienten



Graphik zu Tabelle 6:



Graphik zu Tabelle 6:

Gang	normal		abgeschw.		unmögl.	
	n	n in %	n	n in %	n	n in %
Fersengang			7	1,8	33	8,3
Zehengang			9	2,2	50	12,6
Fersen- und Zehengang	233	58,7	23	5,8	42	10,6

Tabelle 7: Häufigkeit von Gangstörungen beim lumbalen Bandscheibenvorfall, untersucht an 397 Patienten

Operationsbefunde beim lumbalen Bandscheibenvorfall

Aufgrund der Ergebnisse von klinischem und neuroradiologischem Befund wurde bei 427 Patienten des untersuchten Krankengutes die operative Dekompression des stenosierte Nervengewebes vorgenommen. Eine strenge Indikationsstellung war dabei im Hinblick auf die postoperative Prognose obligat. Übereinstimmend werden in der Literatur das Querschnittssyndrom der Cauda equina und Paresen der Extremitätenmuskulatur als absolute Operationsindikation angesehen. Bei Versagen der konservativen Therapie ist allein durch die Dominanz des radikulären Schmerzsyndroms eine bedingte Operationsindikation gegeben (THOMALSKE). Nach CASPAR und LOEW sind vier Faktoren für den Erfolg der operativen Behandlung entscheidend: Operationsindikation, Operationstechnik, präexistente morphologische und funktionelle Wirbelsäulenveränderungen sowie Ausmaß und Dauer präoperativ bestehender Kompressionserscheinungen. (Zitiert nach Dtsch. Ärztebl. 13, 1977, 863.)

Die Hemilaminektomie und die interlaminäre Fensterung des Ligamentum flavum nach LOVE haben sich als Standardmethoden bei der operativen Behandlung des dorsolateralen Bandscheibenvorfalls bewährt. Die Laminektomie bleibt der Exstirpation medianer, paramedianer und polysegmentaler Vorfälle vorbehalten. Die statistische Auswertung der in der Neurochirurgischen Universitätsklinik Erlangen angewandten Operationstechniken hat, wie aus Tabelle 8 ersichtlich, eine absolute Priorität der Hemilaminektomie bei der Operation der dorsolateralen Bandscheibenvorfälle ergeben.

Der Grad der Discusverlagerung im Operations-Situs ist ein Zeichen für das Stadium der Bandscheibendegeneration. Die Differenzierung der gefundenen Degenerationsgrade ist in Tabelle 9 aufgeführt.

Die Diskussion über die Effizienz höhen- und seitenlokalisatorischer Kriterien von klinischem und radiologischem Befund setzt als objektive Grundlage die Kenntnis der operativ gesicherten Höhen- und Seitenlokalisation der Bandscheibenvorfälle voraus. Die Operationsergebnisse des untersuchten Patientenkollektivs, die in Tabelle 10 angegeben sind, bestätigen die in der Literatur postulierte Präferenz lumbaler Discopathien im caudalen Abschnitt der Lendenwirbelsäule. Interessant ist das Überwiegen linksseitig gelegener Bandscheibenvorfälle.

Insgesamt wurden 45 mediane Bandscheibenvorfälle (10,5 %) exstirpiert, deren Häufigkeitsverteilung auf die jeweils betroffenen Lumbalsegmente in Relation zur Gesamtzahl der Vorfälle in den entsprechenden Etagen ermittelt wurde.

Es ließ sich nachweisen, daß die relative Häufigkeit medianer Vorfälle von cranial nach caudal abnimmt und sich somit umgekehrt proportional zur Häufigkeitsverteilung der dorsolateralen Vorfälle verhält. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Tabelle 11 zusammengefaßt.

Bei den 12 bereits mehrfach erwähnten Tumor-Patienten wurde der klinische Verdacht in 11 Fällen operativ bestätigt. In einem Fall wurde die klinische Symptomatik von einer Menigomyelocele verursacht. Die histologische Differenzierung der exstirpierten spinalen Tumoren, die im Pathologisch-anatomischen Institut der Universität Erlangen durchgeführt wurde, ergab die in Tabelle 12 aufgeführte Verteilung.

Stenosierte RM-Wurzel	Hemilaminektomie	Laminektomie	Interlaminäre Fensterung n. LOVE
L ₃		1	
L ₄	2	4	
L ₅	113	15	3
S ₁	20	14	56
L ₄ + L ₅	5		11
L ₅ + S ₁	22	2	37
Gesamt n	155	35	100
n in %	59	14,7	36,3

Tabelle 8: Operationstechniken beim lumbalen Bandscheibenvorfall eines ausgewählten Krankengutes in der Neurochirurgischen Universitäts-Klinik Erlangen

Stenosierte Wurzel	Protrusion	Prolaps	Sequester	Rezidiv	N / OP
L ₃		1			1
L ₄	2	10	3	1	16
L ₅	11	132	35	4	182
S ₁	6	130	16	4	156
L ₄ + L ₅	1	9			10
L ₅ + S ₁	8	53		1	62
Gesamt n	28	335	54	10	427
n in %	6,5	78,4	12,6	2,3	100

Tabelle 9: Degenerationsgrad von exstirpiertem Bandscheibengewebe bei 427 Nucleotomien

Wurzel	rechts	links	bds.	median	Anzahl n	n in %
L ₃				1	1	0,2
L ₄	7	4	1	4	16	3,7
L ₅	62	83	15	22	182	42,6
S ₁	58	72	9	17	156	36,5
L ₄ + L ₅	6	4			10	2,3
L ₅ + S ₁	24	35	4	1	62	14,5
Gesamt N	157	196	29	45	427	99,8
N in %	36,8	45,9	6,8	10,5	100,0	

Tabelle 10: Höhen- und Seitenlokalisation bei 427 Nucleotomien

Wurzel	N/OP-Ber.	n med. Vorf.	n in %
L_3	1	1	100,0
L_4	16	4	25,0
L_5	182	22	12,0
S_1	156	17	10,8
$L_5 + S_1$	62	1	1,6

Tabelle 11: Häufigkeit medianer Bandscheibenvorfälle
(n) in Relation zur Gesamtzahl (N) der
exstirpierten Vorfälle

Histologische Diagnose	Anzahl	n in %
Neurinom	1	8,3
Metastase eines bekannten Primär-Tu.	4	33,3
Sarkom	1	8,3
Myelom	1	8,3
Dermoid	1	8,3
Menigomyelocoele	1	8,3
Gesamt N	5	100,0

Tabelle 12: Histologische Befunde bei 12 exstirpierten spinalen Tumoren im Lumbalbereich

Die Bedeutung der Röntgen-Nativdiagnostik
beim lumbalen Bandscheibenvorfall

Die Leitbefunde der Röntgen-Nativaufnahmen in zwei Ebenen bei der lumbalen Discopathie liefern Informationen über die morphologischen Veränderungen an der knöchernen Struktur der Lendenwirbelsäule und über Abweichungen der physiologischen Wirbelsäulenkrümmung. Sie erlauben mit Hilfe von Funktionsaufnahmen Aussagen über die Funktionsfähigkeit der Bewegungssegmente. Die Darstellung des Canalis vertebralis und seines Inhalts bleibt der Kontrastmitteluntersuchung vorbehalten.

Typische röntgenologische Zeichen der Bandscheibendegeneration sind die Randsklerose der Grund- und Deckplatten, spondylotische Osteophyten an den bandscheibennahen Wirbelkörperkanten, Discusraumverschmälerung und Aufhebung der physiologischen Lordose der Lendenwirbelsäule. Die Discusraumverschmälerung ist die unmittelbare Folge der Chondrose und gilt als Zeichen der chronischen Bandscheibenschädigung. Röntgenologisch kann die Höhe eines Zwischenwirbelsraumes nur dann exakt beurteilt werden, wenn dieser in der filmparallelen Ebene liegt. Andernfalls würde er je nach Lage zum Senkrechtstrahl und in Abhängigkeit von seinem jeweiligen Abstand zur Fokus- und Filmebene vergrößert, verkleinert oder verzerrt dargestellt werden (THURN). Außerdem ist zu beachten, daß der lumbosakrale Zwischenwirbelraum auch unter physiologischen Bedingungen verschmälert sein kann (BRONISCH). Die Substanzverminderung im Discusraum bedingt eine Gefügelockerung im gesamten Bewegungssegment, die sich röntgenologisch indirekt durch die Dorsaldislokation (WELLAUER) des nächst höher gelegenen Lumbalwirbels nachweisen läßt. Die Dorsaldislokation oder Retrolisthesis führt zur Verkleinerung des Horizontaldurchmessers des Foramen intervertebrale und kann somit eine Wurzelirritation verursachen. Pseudospondylolisthesis lumbalis (JUNGHANS) ist der Terminus technicus für das ventrale Wirbelgleiten, das im Gegensatz zur Spondylolisthesis nicht durch Spondylolyse oder Interarticular dysplasie, sondern durch Gefügelockerung infolge Bandscheibendegeneration bedingt wird. Im Gegensatz zur Retrolisthesis kommt es bei der Pseudospondylolisthesis nur zu einer Verlagerung des Wirbelkörpers und der vorderen Bogenhälfte, woraus keine mechanische Wurzelirritation resultiert (PANTER):

Der Nachweis von Fehlhaltungen der Lendenwirbelsäule und von Störungen in den Bewegungssegmenten gelingt besonders eindrucksvoll durch Funktionsaufnahmen in Ante- und Retroflexion. Für die Blockierung des Bewegungssegmentes sind die isolierte segmentale Streckstellung und das dorsale Klaffen des Discusraumes charakteristisch. Die typische Fehlhaltung beim Bandscheibenschaden ist die lumbale Torsionsskoliose, deren Konvexität zur schmerzfreien Seite zeigt.

Für einen chronischen Bandscheibenschaden sprechen das Vakuumphänomen, hervorgerufen durch Riß- und Spaltbildungen im Discus intervertebralis, Verkalkungen im Intervertebralraum und spondylotische Spangenbildungen.

Assimilationsvorgänge kommen in der Dorsolumbalregion als Lumbalisation des ersten Sakralwirbels und als Sakralisation des fünften Lendenwirbels vor. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte in 18 Fällen eine Verschiebung der lumbosakralen Übergangsgrenze nachgewiesen werden. Dabei wurde die Lumbalisation (n = 17) signifikant häufiger gefunden als die Sakralisation (n = 1). Wegen dieser Variation des lumbosakralen Überganges war in 7 Fällen die Höhend diagnose von myelographischem und operativem Befund widersprüchlich. Die Klärung der Segment-Zuordnung der lumbosakral austretenden Nervenwurzel im Fall der Lumbalisation bzw. Sakralisation ist erst durch Röntgenaufnahmen der gesamten Wirbelsäule möglich. Im Hinblick auf die damit verbundene Strahlenbelastung des Patienten wurde jedoch auf dieses diagnostische Vorgehen verzichtet.

Über die Häufigkeit pathologischer Befunde der Röntgen-Nativdiagnostik beim lumbalen Bandscheibenvorfall, untersucht an 427 Patienten, gibt Tabelle 13 Auskunft. Interessant ist bei dieser Untersuchung, daß sich in 18 Fällen röntgenologisch keine Anzeichen für eine lumbale Discopathie ergeben haben (.,- 8).

Als Nebebefunde wurden Spondylolisthesis bei Spondylolyse, Osteoporose, anlagebedingte Anomalie des Processus spinosus und Wirbelkörperangiom diagnostiziert.

Leider lagen von dem untersuchten Krankengut keine Funktionsaufnahmen der Lendenwirbelsäule zur retrospektiven Befundung vor, so daß die Funktionsfähigkeit der Bewegungssegmente nicht überprüft werden konnte.

Röntgenleitbefund	Häufigkeit n	n in %
<u>Fehlhaltung der LWS</u>		
Skoliose	72	63,1
Torsionsskoliose	37	8,0
Steilstellung	16	38,7
<u>Degenerationszeichen</u>		
Spondylosis deformans	123	28,3
Deckplatteneinbrüche	11	2,6
Retrolisthesis	7	6,3
Pseudospondylolisthesis	3	5,4
Spondyl. Spangenbildung	1	0,2
Instabiles Segment	1	0,2
<u>Discusraumverschmälerung</u>		
ZWR LWK ₃ /LWK ₄	6	1,4
ZWR LWK ₄ /LWK ₅	21	17,3
<u>Angeborene Anomalien</u>		
Lumbalisation	17	3,9
Sakralisation	1	0,2
Mißbildg. Proc. spin.	1	,
<u>Nebenbefunde</u>		
Spondylolyse / Spondylolisthesis	4	0,9
Osteoporose	1	1,1
Wirbelkörper-Angiom	1	0,2

Tabelle 13: Röntgen-Nativdiagnostik des lumbalen Bandscheiben-
vorfalls, untersucht an 427 Patienten

Entwicklung positiver Röntgenkontrastmittel
zur Darstellung des Spinalkanals

Die Verwirklichung der Idee, den spinalen Subarachnoidalraum mit Hilfe von Kontrastmitteln röntgenologisch darzustellen, geht auf KRAUSE und SIMON (1912) zurück. Der Versuch scheiterte allerdings an der hohen Toxizität des verwendeten Kontrastmittels Kollargol.

DANDY führte 1919 die Darstellung des Spinalkanals mittels Insufflation von atmosphärischer Luft ein. Diese Methode konnte sich trotz guter Verträglichkeit des Kontrastmittels wegen der relativ geringen Kontrastdichte und der aufwendigen Untersuchungstechnik nicht in der radiologischen Routine-Diagnostik durchsetzen. Die Verwendung gasförmiger Kontrastmittel ist auch heute, trotz apparativer Neuerungen und untersuchungstechnischer Verbesserungen, auf die zentrale Ventriculographie und die cervicale bzw. thoracale Myelographie beschränkt.

SICARD und FORESTIER führten 1922 erstmals ein positives Kontrastmittel zur lumbalen Myelographie ein. Lipiodol (jodiertes Mohnöl) ist ein hochviskoses Kontrastmittel mit einem Jodgehalt von 40 Prozent. Mehrere Autoren wiesen auf ein erhöhtes Risiko von menigealen Reizerscheinungen und Arachnoiditis, hervorgerufen von postradiologisch im Duralsack verbliebenen Kontrastmittelresten, hin (BROWN, BRUSKIN, SCHÖBER, WELLAUER).

RADOVICI und MELLER führten 1932 die Thorotrast-Myelographie ein, mußten sie jedoch nach Bekanntwerden von Hämangioendothelsarkomen nach Thorotrast-Kontamination für absolut kontraindiziert erklären.

STEINHAUSEN und RAMSEY et al. fanden 1944 in der Jodesterverbindung Pantopaque (Äthyljodophendylat) einen neuen Kontrastmitteltyp. Pantopaque kann wegen fehlender Neurotoxizität im gesamten Subarachnoidalraum angewandt werden. Bei hoher Viskosität und einem Jodgehalt von ca. 30 Prozent ist der Kontrastschatten so intensiv, daß Bagatell-Defekte überdeckt und Details nicht dargestellt werden können. Pantopaque und Duroliopaque (Äthylmonoiodstereat)

müssen postradiologisch möglichst vollständig aus dem Spinalkanal entfernt werden, da arachnoidale Granulome und meningeale Spätschäden nicht sicher auszuschließen sind (DAVIES 1956, ERICKSON et VAN BAAREN 1953).

ARNELL und LIDSTRÖM haben 1931 erstmals Erfahrungen mit einem wasserlöslichen, jodhaltigen Kontrastmittel zur lumbalen Myelographie veröffentlicht. Skiodan (Abrodil) ist chemisch als Natriumsalz der Monojodmethansulfonsäure definiert. Der Vorteil des Kontrastmittels gegenüber den Jodölen und Jodesterverbindungen liegt in der vollständigen Resorption aus dem Liquorraum und der geringen Viskosität. Die dadurch bedingte Transparenz des Kontrastschattens ermöglicht die exakte Beurteilung von radikulären Strukturen und Nervenwurzelscheiden. Komplikationen mit irreversiblen Spätschäden, bedingt durch die Kontrastmitteltoxizität bzw. infolge der unbedingt erforderlichen Lumbalanästhesie, sind in der Literatur beschrieben worden (LINDBLOM 1947, PANTER 1953, SCHÖBER 1964, SÜDERBERG 1959).

CAMPBELL et al. berichteten 1964 über Ventriculo- und Myelographien mit Conray 60 (Megluminiethalamat). Bei der lumbalen Myelographie (n = 12) mit dem neu entwickelten, wasserlöslichen Kontrastmittel war der Verzicht auf vorherige Lumbalanästhesie sensationell. Zahlreiche Autoren (AHLGREN 1969, AUTIO 1972, BAUMGARTNER 1968, DAVIS 1968, GONSETTE 1968, IRSTAM 1970, PRAESTHOLM 1972, SKALPE 1971) berichteten über schwere kontrastmittelinduzierte Zwischenfälle (Schmerzreaktionen bei intrathekaler Kontrastmittel-Instillation, tonisch-klonische Muskelspasmen, zentralnervöse Konvulsionen, Exitus letalis), so daß die routinemäßige Anwendung von Conray 60 zur lumbalen Myelographie nicht vertretbar zu sein schien. HALABURT und LESTER (1973) beschrieben Spätreaktionen an den Leptomeningen nach Myelographie mit Conray 60.

Auf dem International Congress of Radiology in Tokio 1969 stellten GONSETTE und ANDRE BALISAUX Dimer-X (Dimeglumin-iocarmat) als ein Kontrastmittel, das die Anforderungen von DI CHIRO und FISHER (1964) weitgehend erfüllt, für die Anwendung bei der lumbalen Myelographie vor. In Europa konnte sich

Dimer-X bisher als Kontrastmittel der Wahl bei der lumbalen Myelographie behaupten. In den Vereinigten Staaten wurde es erst im Januar 1977 zugelassen, jedoch schon im April 1977 wegen aufgetretener Komplikationen aus dem Handel gezogen.

In Skandinavien wird seit 1973 das nichtionische Kontrastmittel Metrizamid verwandt. Die pharmakologischen und klinischen Untersuchungen von ALMEN, AMUNDSEN, GOLMAN, GONSETTE, HINDMARSH, OFTEDAL und SKALPE, die im Acta Radiol. Suppl. 1973 veröffentlicht sind, haben übereinstimmend die optimalen Eigenschaften dieses Kontrastmittels bestätigt. Metrizamid kann im Bereich des gesamten Subarachnoidalraumes und der basalen Zisternen angewandt werden. Seit April 1977 ist Metrizamid in Deutschland zugelassen und wird als Ampaque von der Firma Schering in Lizenz hergestellt.

Physikochemische Daten, tierexperimentelle und klinische
Pharmakologie des dimeren dissoziierten Röntgenkontrastmittels Dimer-X

Chemisch ist Dimer-X als die 60 %-ige Lösung des Methylglucaminsalzes der 5,5' - Adipolydiamino - bis (2,4,6, trijod-N-methyl-isophthalamsäure) mit der Summenformel $C_{24} H_{20} J_6 N_4 O_8$ definiert.

Die wichtigsten physikochemischen Daten von Dimer-X sind im Vergleich zu denen anderer wichtiger wasserlöslicher Röntgenkontrastmittel in Tabelle 14 zusammengefaßt. Die Strukturformel von Dimer-X, aus der die chemische Verwandtschaft zu Conray 60 ersichtlich ist, ist in Abbildung 3 dargestellt.

Das spezifische Gewicht von Dimer-X (1,328 g/ml) liegt über dem des Liquor cerebrospinalis ($1,006 \pm 0,003$ g/ml).

Dimer-X ist visköser als die monomeren dissoziierten wasserlöslichen Kontrastmittel mit identischer Jodkonzentration.

Die Osmolarität von Dimer-X beträgt unverdünnt 1040 mOsm/Liter Lösung. Bei der Standardverdünnung 5 : 4 liegt die Osmolarität (570 mOsm/L) 50 % über der des Cerebrospinalliquors (257 - 305 mOsm/l). WELLAUER (1961) und PANTER (1953) postulieren die direkte Proportionalität von osmotischer Wirksamkeit und Toxizität eines Kontrastmittels. SCHOBBER (1964) konnte dagegen im Tierversuch nachweisen, daß hypertone Kochsalzlösung keine histologisch manifesten Veränderungen am Nervengewebe verursacht. Der Autor nimmt aufgrund seiner Untersuchungen eine spezifische chemische Toxizität des Kontrastmoleküls an, wobei er der Stoffkonzentration und der Molekülgröße als den Parametern für die Diffusionsgeschwindigkeit entscheidende Bedeutung beimißt.

Allgemeine Toxizität und neurale Verträglichkeit von Dimer-X sind von GONSETTE et ANDRE BALISAUX (1971/73), HAYES (1966), HILAL (1966), KUNZE (1973) und OFTEDAL (1973) tierexperimentell untersucht worden.

Bei Mäusen beträgt die LD₅₀ nach intravenös injizierten Einzeldosen von 2 ml/Min. 22,1 g/kg Körpergewicht. Nach intracerebraler Injektion liegt die LD₅₀ bei 0,716 g/kg bzw. 0,290 g Jod/kg.

Die intravenöse Injektion einer 92 %-igen Dimer-X-Lösung in Einzeldosen von 12,5 ml/Sek. wurde bei einem Versuch an Hunden bis zu einer Gesamtdosis von 7 ml/kg toleriert, während bei gleicher Gesamtdosis von Meglumin-iothalamat die Letalitätsrate bei 60 - 70 % lag (HAYES, zitiert nach SCHMIEDEL).

HILAL ermittelte die epileptogene Dosis bei Hunden nach Injektionen von Dimer-X in die A. carotis int. bei 50 ml, der doppelten Dosis von Conray 60.

1973 untersuchte GONSETTE die epileptogene Wirkung von 0,05 ml Dimer-X nach pericerebraler Injektion beim Meerschweinchen. Bei zwei von fünf Versuchstieren traten dabei Jackson-Anfälle auf. Nach direkter kortikaler Applikation von Dimer-X beim Meerschweinchen war die Reizschwellendosis im Vergleich zu der monomeren ionischen Kontrastmittel erhöht, im Vergleich zu der von Metrizamid jedoch deutlich erniedrigt (GONSETTE 1973).

Die zelluläre Toxizität von Dimer-X nach intraventrikulärer Injektion bei Katzen wurde von KUNZE (1973) untersucht. Es wurden histologisch passage-re Leucocyteninfiltrate an den Meningen diagnostiziert, jedoch keine proliferativen Veränderungen der subependymalen Glia oder Arachnoidea.

Klinische Relevanz hat das Untersuchungsergebnis von GREPE et WIDEN (1973) hinsichtlich der Interaktion von Dimer-X und Neuroleptika. Die Autoren konnten bei Versuchen mit Hunden nachweisen, daß die kortikale Applikation von Dimer-X in Neurolept-Analgesie Krampfpotentiale auslöst.

Die Pharmakokinetik von Dimer-X wurde von BRABAND et al. 1971 untersucht. Die Resorption aus dem Liquorraum erfolgt innerhalb von 6 bis 10 Stunden. Nach 24 Stunden sind 50 - 60 % des Kontrastmittels renal ausgeschieden. Die vollständige Elimination ist nach 72 Stunden erfolgt, wobei 90 % über die Nieren und 10 % über Galle und Faeces ausgeschieden werden.

Die Untersuchungen von BRABAND et al. (1971) und BOCKSLAFF et al. (1976) haben gezeigt, daß 1 % der bei Myelographien applizierten Jodmenge in der Schilddrüse gespeichert wird. Die Bestimmung von Gesamt-Thyroxin im Serum im T_4 -Test mittels Säulenchromatographie ist nach Jodkontamination besonders störanfällig. Der Res-O-Mat-Test ist für einen Zeitraum von 10 bis 15 Tagen positiv verfälscht, während beim Tetrasorb-Test keine chemischen Interferenzen zu erwarten sind. Der Radiojodtest sollte erst nach einer Karenz von 6 Wochen durchgeführt werden.

Spezielle Angaben über die Interferenz von Dimer-X mit laborchemischen in vitro Analysen fehlen in der Literatur. Jodhaltige Kontrastmittel können nach Untersuchungen von SALVESEN et al. (1973) bei Urinalysen die Praecipitations- und Reduktionsmethoden, die Ehrlich-Probe und die Steroidbestimmung verfälschen. Im Serum werden Eiweiß-Elektrophorese und Enzymaktivitätsbestimmung (GOT, G-6-PDH, Cholinesterase) beeinflußt.

Die Anwendung von Dimer-X zur lumbalen Myelographie ist bei Überempfindlichkeit gegen jodhaltige Kontrastmittel absolut kontraindiziert. Solange eine teratogene Wirkung von Dimer-X nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, sollte während einer Schwangerschaft auch im Hinblick auf die Strahlenbelastung keine Myelographie durchgeführt werden. Als relative Kontraindikationen sind latente oder manifeste Hyperthyreose, Epilepsie, Leber- und Nierenfunktionsstörungen und allergische Diathese zu bewerten. Die Therapie mit Neuroleptika und Antidepressiva, die die Krampfschwelle herabsetzen, sollte 48 Stunden vor der Myelographie abgesetzt werden (GREPE et al. 1973).

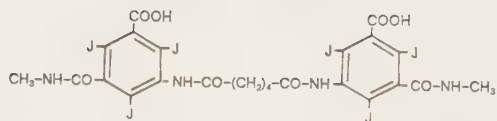


Abbildung 3: Strukturformel von Dimer-X

	Abrodil	Conray 60	Dimer-X	Amipaque
Jodgehalt mgJ/ml	104	282	280	280
Org. geb. Jod %	52	62	60,7	48,2
Molekulargewicht	244	614	1354	739,1
pH bei 37°	5,8 - 6,8	6,8 - 7,7	6,5 - 7,8	7,4
Osmolarität mOsm/l				
bei 37°	1530	1570	1040	530
Viskosität cP				
bei 37°	0,85 - 0,91	1,3	7,2	5,01
Dichte g/ml				
bei 20°	1,134 - 1,137	1,28	1,33	1,308
LD ₅₀ intracerebral				
g J/kg	0,112	0,150	0,290	+ 40 - 50 %
gKM/kg	0,235	0,320	0,760	+ 40 - 50 %
renale Elimination				
in 24 Std. in %	100	93,9	50 - 70	95,6 - 98,3 nach 48 Std.

Tabelle 14: Physiko-chemische und pharmakologische Daten wasserlöslicher Röntgenkontrastmittel

Zur besseren Vergleichsmöglichkeit wurde bei Amipaque der zu dem Jodgehalt von Conray 60 und Dimer-X identische Wert (280 mgJ/ml) gewählt. Amipaque wird zur lumbalen Myelographie gewöhnlich in der liquorisotonen Jodkonzentration von 170 mgJ/ml verwendet.

Technik der Dimer-X-Myelographie

Die Dimer-X-Myelographie ist zur differential- und lokaldiagnostischen Abklärung von radikulären Reiz- und Ausfallerscheinungen sowie von chronisch rezidivierenden, therapieresistenten Lumbo-Ischialgien indiziert.

Auf eine Prämedikation kann in der Regel verzichtet werden. Die prophylaktische Medikation mit Kreislaufanaleptika hat sich bei anamnestisch bekannter Hypotonie bewährt. Besonders nervöse Patienten werden mit Valium ausreichend sediert. Um postradiologisches Erbrechen zu vermeiden, sollte der Patient nüchtern myelographiert werden.

Die Myelographie erfolgt in der Neurochirurgischen Universitätsklinik Erlangen im Durchleuchtungs-Zielaufnahme-Verfahren mit der Untertischröhre im vertikalen Strahlengang bei einer Röhrenspannung von 75 bis 90 KV. Verschiedene Autoren (DÖRSTELMANN und HAUKE 1973, RITTMAYER und FREYSCHMIDT 1973, SKALPE 1978) berichten über eine Optimierung der Bildqualität bei Benutzung der Übertischröhre und Untersuchung im horizontalen Strahlengang. Die Röhre wird dabei um die Längsachse des Patienten rotiert.

Die Lumbalpunktion wird in typischer Seitenlage (bei maximaler Kyphosierung der Wirbelsäule) vorgenommen. Die Punktion kann im Bereich der kaudalen Lumbalwirbel in beliebiger Höhe erfolgen, der Zugang zwischen dem dritten und vierten Lendenwirbel wird jedoch favorisiert. GOTTESLEBEN (1972) und KUNZE (1974) haben empfohlen, die Punktion möglichst nicht in Höhe des zu erwartenden Prolapses vorzunehmen.

Mit Hilfe des einfachen Queckenstedt'schen Versuchs wird die ungestörte Liquorpassage kontrolliert. Ergibt sich daraus der Verdacht auf eine höher gelegene spinale Raumforderung, muß die Myelographie des gesamten spinalen Subarachnoidalraumes mit Jodesterverbindungen oder Metrizamid durchgeführt werden.

Zur Bestimmung von Eiweißgehalt und Zellzahl werden 5 ml Liquor abpunktiert. Sollte dabei kontinuierlich blutig tingierter Liquor abträufeln, so ist die Myelographie wegen erhöhter Komplikationsgefahr auf einen späteren Zeitpunkt zu verschieben.

Das Kopfende des Untersuchungstisches wird vor Beginn der Myelographie um 30 Grad erhöht. In der Neurochirurgischen Universitätsklinik Erlangen werden außerdem vor der Kontrastmittelinjektion 50 mg Prednisolon H intrathekal instilliert, um allergischen Reaktionen vorzubeugen. Die Untersuchungen von DULLERUD und MORLAND (1976) könnten allerdings darauf hinweisen, daß die praeradiologische Steroid-Instillation die Bildung von adhaesiven Arachniden begünstigt (zitiert nach KUNZE, 1976).

5 ml Dimer-X werden mit 4 ml Aqua dest. verdünnt. Diese 30 %-ige wässrige Kontrastmittellösung wird innerhalb von 20 bis 30 Sekunden intrathekal instilliert. Die empfohlene Instillationszeit sollte korrekt eingehalten werden, da sich Dimer-X bei zu rascher Instillation so stark mit Liquor mischt, daß ein zu transparenter Kontrastschatten entsteht. Bei zu langsamer Instillation sinkt das spezifisch schwerere Kontrastmittel in den duralen Endsack ab. Die Instillation von Dimer-X wird in der Neurochirurgischen Universitätsklinik unter Monitor-Kontrolle vorgenommen, um die richtige Nadellage und ein eventuelles Aufsteigen des Kontrastmittels überprüfen zu können.

Im Normalfall genügen 9 ml Kontrastmittelgemisch, um einen ausreichenden Kontrastschatten zu erzielen. Bei adipösen Patienten und solchen mit einem extrem weiten Duralsack (Megacauda) muß die Kontrastmittelmenge eventuell bis auf das Doppelte erhöht werden. OCCLESHAW (1973) empfiehlt, bei Patienten mit einem Körpergewicht über 76 kg Dimer-X im Verdünnungsverhältnis 5 : 3 zu instillieren.

Die ideale Konzentration von Dimer-X für die lumbale Myelographie wird in der Literatur unterschiedlich angegeben. Als Verdünnungsmittel werden Aqua dest., Cerebrospinalliquor und isotone Kochsalzlösung empfohlen.

AGNOLI (1974) propagiert die Instillation von 7 ml Dimer-X in Standardverdünnung 5 : 4.

AHLGREN (1972) bevorzugt ein Gemisch von 7,5 ml Dimer-X und 2,5 ml Aqua dest., dessen Verträglichkeit trotz der höheren Kontrastmittelkonzentration unverändert gut sein soll.

CECILE veröffentlichte 1974 eine Versuchsreihe, die zeigt, daß die optimale Verträglichkeit von Dimer-X bei dem Verdünnungsverhältnis 5 : 3 und der Kontrastmittelhöchstdosis von 5 ml zu erwarten ist.

GRAINGER (1971) mischt 5 ml Dimer-X mit 2 ml Liquor. Nach seinem Bericht wird dabei eine ausgezeichnete Schattendichte bei guter Verträglichkeit erzielt.

IRSTAM veröffentlichte 1973 eine vergleichende Studie über die Nebenwirkungen von Dimer-X bei Verdünnungen von 1 : 1 und 5 : 2, ohne einen signifikanten Unterschied feststellen zu können.

Vor Entfernung der Punktionsnadel wird die Myelographie-Serie mit einer Aufnahme in linker Seitenlage bei maximaler Kyphosierung der Wirbelsäule begonnen. Die Dokumentation der Nadellage soll die topographische Orientierung bei einer eventuell folgenden Operation erleichtern. Nach Entfernung der Punktionsnadel schließt sich eine Aufnahme in gleicher Lage bei maximaler Lordosierung an. Diese Aufnahmen werden als Funktionsmyelographie gewertet, da die Untersuchungen von REINHARD (1955) ergeben haben, daß degeneriertes Bandscheibengewebe bei Hyperlordosierung der Lendenwirbelsäule nach dorsal prolapiert. Es folgen eine Aufnahme in Bauchlage und beidseitig Schrägaufnahmen nach Dorsaldrehung des Beckens um ca. 15 bis 20 Grad. Die Bildfolge wird mit einer Profilaufnahme in rechter Seitenlage abgeschlossen. Um Liquorverschiebungen nach cranial zu vermeiden, wird bei den sechs Standardpositionen auf extreme Lageveränderung verzichtet.

Sind die Standard-Myelogramme bei Verdacht auf mobilen Bandscheibenprolaps negativ, kann die Funktionsmyelographie nach ORTNER (1972) unter Belastung angeschlossen werden. Diese Methode gestattet auch die röntgenologische Differenzierung von Bandscheibenprotrusion und Prolaps. Eine durch Protrusion bedingte Impression des Kontrastmittelbandes wird durch Hyperlordosierung der Lendenwirbelsäule aufgehoben, während sie im Fall eines Prolapses durch dieselbe Haltung verstärkt wird (WELLAUER, 1961).

ORTNER konnte in 30 Prozent der Fälle, bei denen in den Standard-Aufnahmen kein pathologischer Befund zu erheben war, durch anschließende Funktionsaufnahmen prolapsbedingte Röntgensymptome nachweisen.

RITTMAYER und FREYSCHMIDT myelographieren in 1,8 Prozent ihrer Fälle ausschließlich bei Belastung.

Die Resorption von Dimer-X aus dem Liquor cerebrospinalis nach lumbaler Instillation ist innerhalb von 6 bis 10 Stunden abgeschlossen (GOTTESLEBEN und SELLE 1972, HAMMER et al. 1972). Die exakte Beurteilung des lumbalen Subarachnoidalraumes ist bis maximal 60 Minuten post injektionem möglich.

Postradiologische Maßnahmen

Im Anschluß an die lumbale Myelographie sollte der Patient innerhalb der ersten vier Stunden in halbsitzender Position gelagert werden und eine 24-stündige Bettruhe einhalten.

Im Gegensatz zu dieser obligaten Empfehlung propagieren CECILE et al. (1974) die sofortige Flachlagerung des Patienten. Die Autoren konnten in einer vergleichenden Studie nachweisen, daß bei postmyelographisch flach gelagerten Patienten (n = 165) signifikant seltener meningeale Reizerscheinungen auftreten als bei einer Vergleichsgruppe von Patienten (n = 140) in halbsitzender Position. CECILE et al. interpretieren die Untersuchungsergebnisse als Zeichen dafür, daß durch die Flachlagerung die Kontrastmittelabsorption über die Venenplexus der Leptomeningen beschleunigt wird und so die Kontrastmittelkonzentration bedeutend rascher unter die Reizschwellendosis absinkt.

Diese Hypothese wird durch eine vergleichende Studie über die Pharmakokinetik von Dimer-X und Amipaque nach lumbaler Instillation bei flach (n = 5) und aufrecht (n = 5) gelagerten Patienten bestätigt. Das Maximum des Kontrastmittelspiegels im Blut wird beim flach gelagerten Patienten früher erreicht, die Halbwertszeit des Kontrastmittelübertrittes aus dem Liquor in das Blut ist verkürzt und die renale Elimination beschleunigt (zitiert nach Basisbroschüre über Amipaque, Firma Schering).

Für die postmyelographische Flachlagerung spricht außer den eben zitierten pharmakokinetischen Faktoren vor allem die Minderung postpunktioneller Beschwerden, ausgelöst durch Liquorunterdruck.

Zur Vorsicht mahnen jedoch die Publikationen von DRAYER et ROSENBAUM (1977), HACKER et VONOFAKOS (1978) und SACKETT et STROTHER (1977), die ein dosisabhängiges, aktives Aufsteigen nach intracraniell und Eindringen in die Hirnsubstanz von Metrizamid nach lumbaler Instillation im cranialen Computertomogramm nachweisen konnten. Die morphologischen Zeichen des Hirnoedems (Dichteminderung im Marklager) korrelieren mit klinischen Symptomen wie Kopfschmerzen, Übelkeit und passageren Bewußtseinsstörungen.

Komplikationen nach Dimer-X-Myelographie

Unmittelbar postmyelographisch traten bei dem dieser Arbeit zugrundeliegenden Patientenkollektiv (n = 605) in einer relativen Häufigkeit von 20 % leichte meningeale Reizerscheinungen (Cephalgie, Nausea, Vertigo) auf. Symptome einer gravierenden Irritation der Meningen (Cephalgie mit Meningismus, Temperaturanstieg, Erbrechen) wurden in 10 % der Fälle nach einem beschwerdefreien Intervall von 4 bis 6 Stunden beobachtet. Es ist zu diskutieren, ob die Symptome meningealer Reizung vorwiegend kontrastmittelbedingt sind oder als Folge eines postpunktionellen Liquorverlustes über die Stichloch-drainage gewertet werden müssen.

WENKER und BRABAND (1972) fanden bei dem von ihnen ausgewerteten Krankengut (n = 320) in 30 % passagere und in 15 % kontinuierliche Cephalgien sowie in 15 % Nausea nach lumbaler Instillation von Dimer-X.

Die von OFTEDAL (1974) postmyelographisch durchgeführten laborchemischen Liquor-Analysen ergaben einen zu vernachlässigenden Anstieg von Eiweißgehalt und Zellzahl nach Instillation von Dimer-X und Amipaque, wobei die Pleocytose auch als postpunktionelle Reaktion angesehen werden kann.

In 6 von insgesamt 605 Fällen (1 %) der Neurochirurgischen Universitätsklinik Erlangen traten postmyelographisch reversible zentralnervöse Komplikationen auf.

In 5 Fällen (0,7 %) kam es nach beschwerdefreiem Intervall von 4 bis 6 Stunden zu tonisch-klonischen Spasmen der Extremitätenmuskulatur, die jedoch mit 10 mg Diazepam intravenös sofort kuptiert werden konnten. Die Patienten waren mit 10 ml Dimer-X in der Standardverdünnung 5 : 4 myelographiert worden. Während der Untersuchung waren sie wegen Überängstlichkeit und Neigung zu vegetativer Dystonie aufgefallen. Nach WIDOK und SCHMERWITZ soll vegetative Labilität mit einer Herabsetzung der Reizschwelle des Zentralnervensystems korrelieren (zitiert nach REY). SCHOBER berichtete über eine Senkung der

Komplikationsrate bei Kontrastmitteluntersuchungen in Kurznarkose. Nach den Beobachtungen der Neuroradiologen der Neurochirurgischen Universitätsklinik Erlangen sind Zwischenfälle, die auf Kontrastmittel-Allergien zurückgeführt werden können, bei cranialen Computer-Tomographien signifikant häufiger als bei cerebralen Angiographien in Narkose. Ob das instillierte Kontrastmittelvolumen (10 ml) durch ein akutes Aufsteigen in den Bereich des Conus medullaris oder durch die erhöhte Stoffkonzentration die zentralnervösen Komplikationen ausgelöst hat, ist letztendlich nicht geklärt.

DÜRSTELMANN und HAUKE haben in 6 Fällen ebenfalls 10 ml Dimer-X lumbal instilliert, ohne damit zentrale Reizungen ausgelöst zu haben. Nach SCHÖBER ist eine Korrelation zwischen der Stoffkonzentration und der epileptogenen Wirkung eines Kontrastmittels anzunehmen. Dies würde die Tatsache erklären, daß Dimer-X nach zentraler Ventriculographie keine Reizung des Rückenmarks induziert, da es in verminderter Stoffkonzentration auf das Halsmark abtropft.

Eine Patientin (0,1 %), bei der anamnestisch eine Epilepsie bekannt war, erlitt mehrere Stunden nach Dimer-X-Myelographie einen generalisierten Krampfanfall, der mit 40 mg Diazepam intravenös erfolgreich behandelt werden konnte. Ob die Patientin, die von der Neurologischen Universitätsklinik Erlangen zur Myelographie überwiesen worden war, prämyelographisch Neuroleptika eingenommen hatte, konnte retrospektiv nicht ermittelt werden. Die bereits zitierten Untersuchungen von GREPE und WIDEN (1973) sowie von HINDMARSH (1973) haben eine Potenzierung der epileptogenen Wirkung von Dimer-X und Amipaque durch Neuroleptika ergeben.

Die in der Literatur veröffentlichten meningealen, radikulären und zentralnervösen Komplikationen nach Dimer-X-Myelographien sind in Tabelle 15 zusammengestellt.

Autor	Ahlgren	Faungartner	Fischl	Gonette	Hammer	Irstam	Léhtinen	McCleshaw	Eigene E.
Myelogramme	200	150	330	130	—	—	54	20	505
Jahr	1945	1947	—	1971	1972	1975	1975	1971	1976
<u>Meningeal-K.</u>									
in %									
Kopfschmerz	1,1	—	—	1,1	1,1	13,1	1,7	1,0	26,0
Übelkeit	—	—	—	1,1	6,0	1,0	1,7	—	—
Erbrechen	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Parosmia	1,0	1,1	1,1	1,1	—	1,1	1,7	—	1,0
Meningism.	—	—	1,1	1,1	—	1,3	—	—	—
Funktion	—	—	—	—	—	1,0	—	—	—
<u>Radikul. K.</u>									
in %									
—	—	—	1,1	1,1	1,1	1,0	3,1	—	0,1
<u>Spinalnerv. K.</u>									
in %									
Myokloni	—	1,1	1,1	1,1	—	1,1	1,7	0,1	—
Epilepsie	—	—	0,0	—	—	0,1	—	—	0,1

Tabelle 15: Meningeale, radikuläre und zentralnervöse Komplikationen nach Dimer-X-Myelographie

Aus dem in der Literatur gefundenen Zahlenmaterial über die Häufigkeit von akuten Nebenwirkungen nach lumbaler Myelographie mit wasserlöslichen Kontrastmitteln (siehe Tabelle 15) geht hervor, daß meningeale Reizungen häufiger von Dimer-X als von Conray 60 induziert werden, daß aber Dimer-X aufgrund seiner geringeren Neurotoxizität relativ selten zentralnervöse Komplikationen verursacht.

In der Literatur wird von BAUMGARTNER (1971, 1 Fall), RITTMAYER (1973, 1 Fall), WEIGERT (1975 und 1976, je 1 Fall), PERRIGOT et al. (1976, 4 Fälle) und KÜHNER et al. (1977, 4 Fälle) über inkomplette bis komplette sensomotorische Kaudasyndrome im Anschluß an die Dimer-X-Myelographie berichtet. Diese schwerwiegende radikuläre Komplikation begann in allen beschriebenen Fällen (n = 12) wenige Stunden nach der lumbalen Instillation von 5 - 10 ml Dimer-X mit starken Schmerzen in beiden unteren Extremitäten, gefolgt von Myoklonien, Areflexie und distal betonter Paraparese mit Störung der Blasen- und Mastdarmfunktion. Die Prognose dieser akuten Kaudasyndrome wird in zwei Verlaufsvarianten beschrieben. BAUMGARTNER und KÜHNER berichten über Spontanremissionen, RITTMAYER, WEIGERT und PERRIGOT über Fälle von irreversiblen neurologischen Ausfallserscheinungen trotz konservativer bzw. operativer Therapie. Die Ätiologie des akuten Kaudasyndroms nach Dimer-X-Myelographie konnte von keinem der zitierten Autoren geklärt werden. Der enge zeitliche Zusammenhang und der nahezu identische Verlauf der beschriebenen Fälle lassen einen direkten Bezug zur Dimer-X-Myelographie vermuten (KÜHNER).

Leptomeningeale Gewebsirritationen sind als mögliche Spätfolgen nach lumbalen Myelographien bekannt.

Adhaesive Arachnitiden nach Abrodil-Myelographie sind von SÜDERBERG et al. (1959) und HALABURT et LESTER (1973) beschrieben worden.

Nach wiederholter Instillation von Conray 60 in den lumbalen Subarachnoidalraum wurden von AUTIO (1972), HALABURT et LESTER (1973) sowie PRAESTHOLM et OLGAARD (1972) leptomeningeale Veränderungen diagnostiziert, deren Häufigkeit mit der applizierten Kontrastmitteldosis korrelierte.

Die Untersuchungen von AHLGREN (1972), IRSTAM (1973) und SKALPE (1972) ließen zunächst vermuten, daß Dimer-X nur in Ausnahmefällen adhaesive Arachniden nach lumbaler Instillation verursacht.

IRSTAM hat 7 nicht operierte Patienten seines Krankengutes (n = 500) nach einem Intervall von 10 bis 23 Monaten mit Dimer-X remyelographiert, ohne Anzeichen für arachnoidale Veränderungen feststellen zu können.

SKALPE hat tierexperimentell (an Ratten) nachgewiesen, daß intracisternal appliziertes Dimer-X nach einem Beobachtungszeitraum von 3 Monaten weder neuronale noch meningeale Strukturveränderungen hervorgerufen hat.

AHLGREN hat zunächst 1970 in seinem Patientenkollektiv nur 1 Patienten mit postmyelographischer Arachnoiditis vorgefunden.

1973 veröffentlichte er eine Studie über die Spätfolgen nach Dimer-X-Myelographie, untersucht an 45 Patienten. Bei den operierten Patienten dieser Gruppe waren in 55,5 % der Fälle, bei den nicht operierten in 8 % der Fälle, aus dem Remyelogramm arachnoidale Veränderungen ersichtlich. Das Maximum der Komplikationshäufigkeit lag bei einer Kontrastmitteldosis von 6,0 ml bis 6,9 ml.

Aus diesen Untersuchungsergebnissen muß geschlossen werden, daß auch nach Dimer-X-Myelographien dosisabhängig adhaesive Arachniden auftreten.

Röntgensymptome des lumbalen Bandscheibenvorfalls
im Dimer-X-Myelogramm

Der lumbale Subarachnoidalraum stellt sich myelographisch bei regelrechter Wirbelsäulenstatik, intaktem Bandscheibengefüge und technisch einwandfreier Bildqualität als homogener, transparenter Kontrastschatten dar, der ventral und dorsal glatt begrenzt ist und dem knöchernen Wirbelkanal eng anliegt.

Radiologische Hinweise auf einen Bandscheibenvorfall ergeben sich aus Impressionen der Duralsackwand, morphologischen Veränderungen an den Durascheiden der Nervenwurzeln und aus dem Stopp der Kontrastmittelsäule. Pathognomonische Röntgensymptome eines dorsolateralen Bandscheibenvorfalls sind nach WELLAUER Verbreiterung, Verkürzung und Verlagerung der Nervenwurzelscheide.

Beim dorsolateralen Discusprolaps füllen sich die Wurzelscheiden dem Grad der Wurzeldislokation entsprechend unvollständig bzw. gar nicht mit kontrastmittelhaltigem Liquor. Die vollständige Wurzelamputation ist nach HIRSCH jedoch nur in 65 % der Fälle prolapsbedingt. Differentialdiagnostisch müssen arachnoidale Verwachsungen, Faserringfibrose und Postdisco-tomiesyndrom ausgeschlossen werden.

Nach SHAPIRO ist die Wurzelamputation in 20 % der Myelogramme einziger pathologischer Befund. Bei den 427 in dieser Arbeit reinterpretierten Dimer-X-Myelogrammen mußte die radiologische Diagnose in 56 Fällen (13,1 %) ausschließlich aufgrund der Wurzelscheidenamputation gestellt werden. Falsch negative Befunde der lumbo-sakralen Nervenwurzeln sind durch die physiologische Verkürzung der Durascheiden in diesem Bereich zu erklären. Werden die Nervenwurzeln durch einen weit lateral gelegenen Bandscheibenprolaps außerhalb ihrer Durascheide komprimiert, entzieht sich dies dem myelographischen Nachweis.

Im Seitenbild sind prolapsbedingte Impressionen der Duralsackwand am deutlichsten dargestellt. Höhendiagnostische Relevanz haben die Kontrastmittelaussparungen im Profilbild jedoch nur, wenn eine Etage isoliert betroffen ist. Bei Impressionen in Höhe des Zwischenwirbelraumes ist die exakte Lokalisation der betroffenen Bandscheibe problematisch. Ein Bandscheibensequester kann z.B. um mehr als eine halbe Wirbelkörperhöhe nach cranial oder caudal verlagert sein (WELLAUER). Im Bereich des lumbo-sakralen Übergangs liegt der Duralsack dem knöchernen Wirbelkanal nicht unmittelbar an, so daß degeneriertes Bandscheibengewebe zungenförmig zwischen das Ligamentum longitudo posterius und den Lendenwirbelkörper prolabieren kann. In beiden zitierten Fällen ist die Ermittlung der betroffenen Bandscheiben in den Seitenaufnahmen der Myelogramme sehr schwierig. GRUSS et al. und OTTO et al. werten deshalb Impressionen des Kontrastmittelbandes ausschließlich in Synopsis von Seitenaufnahmen und Schrägaufnahmen aus.

Beim dorsomedianen Bandscheibenvorfall kann es zu einer symmetrischen Einengung des Kontrastmittelbandes (Sanduhrphänomen) kommen, da die Nervenwurzeln nach lateral disloziert werden und sich das Kontrastmittel zwischen den Wurzeln ansammelt (SHAPIRO). Der mediane Bandscheibenvorfall kann aber auch einen kompletten Stopp der Kontrastmittelsäule verursachen. Differentialdiagnostisch müssen dabei allerdings intra- und extradurale Tumoren sowie arachnoidale Veränderungen als Passagehindernisse ausgeschlossen werden (HIRSCH, HIGHMAN). Beim medianen Bandscheibenvorfall kommt es nach Untersuchungen von HIGHMAN in 14 % der Fälle zum kompletten Kontrastmittelstopp, wobei die Kontur des Kontrastschattens in Höhe des betroffenen Zwischenwirbelraumes horizontal ausgefranst ist und das Kontrastmittelband von ventral verdrängt wird. Tumoren verursachen dagegen in 92 % der Fälle einen kompletten Stopp der Kontrastmittelsäule. Intradurale Tumoren können anhand der typischen glatt begrenzten, konvexbogigen Kontur des Kontrastmittelabbruchs exakt diagnostiziert werden. Bei extraduralen Tumoren und arachnoidalen Verwachsungen kann der myelographische Befund mit dem eines medianen Bandscheibenvorfalls übereinstimmen. Eine myelographische Artdiagnose ist in solchen Fällen unmöglich.

Die proximal vom Kontrastmittelabbruch gelegenen Etagen werden mittels lumbaler Myelographie nicht dargestellt, so daß sich multiple Vorfälle so dem neuroradiologischen Nachweis entziehen.

Über die Häufigkeit bandscheibenspezifischer Röntgensymptome, untersucht an 427 reinterpretierten Dimer-X-Myelogrammen, gibt Tabelle 16 Auskunft.

Auf den folgenden Seiten werden typische Röntgensymptome im Dimer-X-Myelogramm beim lumbalen Bandscheibenvorfall anhand ausgesuchter Myelogramme des untersuchten Krankengutes demonstriert.

Röntgensymptom	Anzahl n	n in %
Impression des Kon- trastmittelbandes im Seitenbild	263	61,9
Veränderungen an den Wurzelscheiden	370	78,6
Isolierte Wurzel- amputation	11	12,1
Kompletter Stopp des Kontrastmittelbandes	17	4,7

Tabelle 16: Häufigkeit pathologischer Befunde im
lumbalen Myelogramm bei 427 Patienten

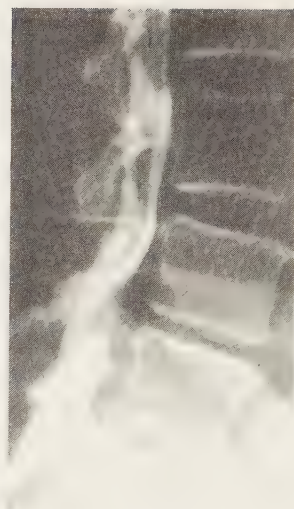


Abb. 1 - 6:

Komplette Serie von Dimer-X-Myelogrammen beim lumbalen Bandscheibenvorfall

LWK $4/5$ rechts

Archiv-Nr.:

N-CH 12447, A. Sch., geb. 26.10.1919

Z. n. Hemilaminektomie wegen Discusprolaps L_5 rechts (1973)

Anamnese:

Lumbo-Ischialgie L_5 rechts

Klin. Bef.:

Wurzelkompressionssyndrom L_5 rechts

Rö.-Bef.:

Spondylosis deformans, Discusraumverschmälerung LWK $_4$ / LWK $_5$

OP-Bef.:

Rezidivprolaps L_5 rechts

Abb. 1 u. 2:

Aufnahmen in linker Seitenlage, Funktionsmyelographie

Abb. 1:

Kyphosierung der LWS

Abb. 2:

Lordosierung der LWS

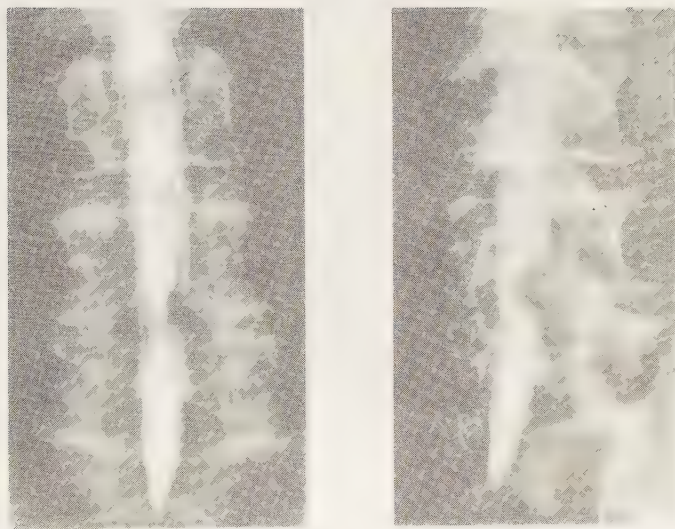


Abb. 3:

p.a.-Aufnahme

Impression des Kontrastmittelbandes in Höhe LWK_{4/5}

Wurzelamputation L₅ rechts

Abb. 4:

Schrägprojektion zur Darstellung der rechten Lumbal-
wurzeln

Die Wurzel L₅ rechts ist im Myelogramm nicht dargestellt.



Abb. 5: Aufnahme in rechter Seitenlage
Impression des Kontrastmittelbandes in Höhe LWK_{4/5}

Abb. 6: Schrägprojektion zur Darstellung der linken Lumbalwurzeln

Diagnose: Dorsolateraler Bandscheibenprolaps
LWK_{4/5} rechts



Abb. 7: Dimer-X-Myelogramm eines dorsolateralen Bandscheibenvorfalls
LWK₅ / SWK₁ links mit Amputation der Wurzel S₁ links

Archiv-Nr.: N-CH 6141, H.-P. D., geb. 03.07.1937

Anamnese: Seit 9 Monaten chron. intermittierende Lumbo-Ischialgie
S₁ links

klin. Bef.: Wurzelkompressionssyndrom S₁ links

Röntg.-Bef.: Rechtskonvexe Torsionsskoliose, Spondylose, Discusraumver-
schmälerung LWK₅ / SWK₁

OP-Bef.: Bandscheibenprolaps unter S₁ links



Abb. 8:

Dimer-X-Myelogramm eines dorsolateralen Bandscheibenvorfalls
LWK₅ / SWK₁ links und eines Neurinoms in Höhe SWK_{1/2}

Impression des Kontrastmittelbandes in Höhe S₁ und typische
Tumorkontur in Höhe S₂ im Seitenbild

Archiv Nr.:

N-CH 9870, L. Sch., geb. 09.10.1925

anamnese:

Seit 12 Monaten chron. intermittierende Lumbo-Ischialgie
S₁ links

Klin. Bef.:

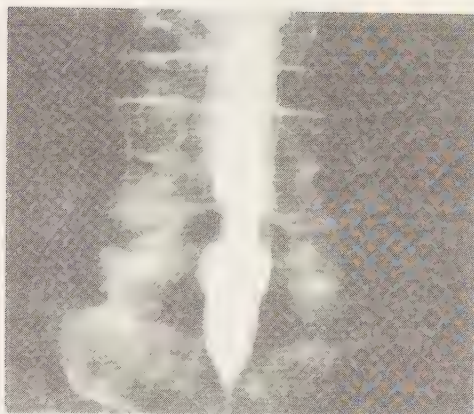
Wurzelkompressionssyndrom S₁ bds.

Rö.-Bef.:

Aufnahmen liegen nicht vor

OP-Bef.:

Bandscheibenprotrusion unter S₁ links, Neurinom in Höhe S₂



- Abb. 9: Dimer-X-Myelogramm eines dorsolateralen Bandscheibenvorfalls
LWK_{4/5} links
Impression des Kontrastmittelbandes in Höhe der Bandscheibe
LWK_{4/5} links in der p.a. Aufnahme
- Archiv-Nr.: N-CH 6201, J. B., geb. 13.03.1905
- Anamnese: Seit 1 Jahr chron. intermittierende Lumbo-Ischialgie L₅ links
- Klin. Bef.: Wurzelkompressionssyndrom L₅ links
- Rö.-Bef.: Rechtskonvexe Torsionsskoliose mit Steilstellung der LWS
Discusraumverschmälerung LWK_{4/5}
- OP-Bef.: Patientin lehnte Operation ab

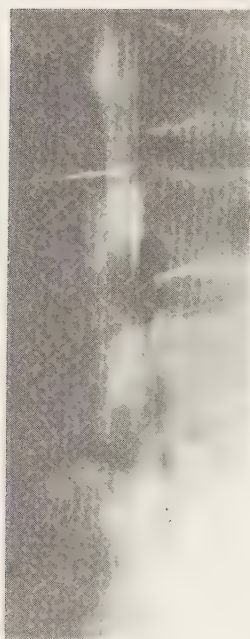


Abb. 10:

Dimer-X-Myelogramm eines medianen Bandscheibensequesters
LWK_{4/5}

Die Seitenaufnahme zeigt die für den medianen Bandscheiben-
vorfall typische ausgefrante Kontur des Kontrastmittelab-
bruchs

Archiv Nr.:

M-CH 70-7, C. I., gen. 25.01.1965

Anamnese:

Seit 12 Monaten Lumbago, seit 4 Monaten Ischialgie links

Klin. Bef.:

Wurzelkompressionssyndrom

L₅ median

Röntg.-Bef.:

Skoliose, Steilstellung der LWS, Spondylose

Fazit:

Medianer Bandscheibenvorfall LWK_{4/5}

Vergleich von myelographischer Diagnose und operativem Befund

Zur Überprüfung der diagnostischen Bedeutung der Dimer-X-Myelographie beim lumbalen Bandscheibenvorfall wurden 427 Bildserien ohne Kenntnis des klinischen Befundes reinterpretiert.

Aufgrund von bildtechnischen Mängeln ($n = 3$), lumbosakralen Variationen ($n = 7$) und unzureichender Seitenmarkierung ($n = 13$) waren myelographische und intraoperativ erhobene Befunde in 23 Fällen (5,6 %) widersprüchlich. Da die Fehlerquellen aber nicht der Dimer-X-Myelographie als Methode anzulasten sind, wurde auf die statistische Auswertung dieser 23 Bildserien verzichtet.

Nachdem in 13 Fällen (3 %) die betroffene Seite wegen unzureichender oder widersprüchlicher Beschriftung nicht bestimmt werden konnte, wird in der Neurochirurgischen Universitätsklinik Erlangen seither routinemäßig die Aufnahme in linker Seitenlage zu Beginn der Serie durch die Punktionsnaht markiert.

Der Vergleich des myelographischen und operativ gesicherten Befundes ergab in 329 Fällen (81,4 %) vollkommene Übereinstimmung. Falsch negativ wurden 13 Myelogramme (3,2 %) interpretiert. Falsch positive Myelogramme wurden nicht diagnostiziert. Die Höhenlokalisation der betroffenen Bandscheibe differierte in 16 Fällen (4 %). Höhen- und Seitenlokalisation waren in 2 Fällen (0,5 %) falsch diagnostiziert worden. Bei multiplen Bandscheibenvorfällen waren im Dimer-X-Myelogramm nur Wurzelirritationen in einer Etage dargestellt (6,6 %).

Insgesamt differierten die Diagnosen der Dimer-X-Myelographie und die Operationsbefunde in 58 Fällen (14,3 %).

In Tabelle 17 sind die Abweichungen der myelographischen Diagnosen von den Operationsbefunden zusammengefaßt.

Die von anderen Autoren in der Literatur veröffentlichten Übereinstimmungsquoten von Röntgen- und Operationsbefund bei lumbaler Myelographie mit positiven Kontrastmitteln sind aus Tabelle 18 ersichtlich.

HIRSCH et al., WRIGHT et al. und OTTO et al. haben ebenfalls die blinde Reinterpretation als Modus für die Befundung der Myelogramme gewählt.

Abweichende Myelogrammbefunde	Anzahl n	n in %
Höhenlokalisation	16	4,0
Höhen- und Seitenlokalisation	2	0,5
Multiple Vorfälle nicht erfaßt	27	6,6
Falsch negative Myelogramme	13	3,2
Gesamt	58	14,3
Übereinstimmung	342	85,4

Tabelle 17: Vergleich von myelographischer Diagnose und Operationsbefund, untersucht an 404 Dimer-X-Myelogrammen in blinder Reinterpretation

Autoren	Jahr	Anzahl	Kontrastmittel	Falsch neg. Myelogr. in %	Übereinstimmung in %
Ford u. Ramsey	1952	100	Pantopaque	9,0	60,0
Del Buono	1957	1525	Abrodil	9,3	82,1
Wellauer	1961	2128	versch.	- -	78,0
Ahlgren	1966	125	Contrix	3,2	96,8
Hirsch et al.	1969	878	Kontrast U	- -	76,0
Wright et al.	1971	261	versch.	- -	77,0
Ortner	1972	150	versch.	4,6	90,8
Gottesleben	1972	190	Dimer-X	- -	86,0
Otto et al.	1975	219	Dimer-X	20,6	77,2
Eigene Ergebn.	1976	404	Dimer-X	3,2	81,4

Tabelle 18: Übereinstimmung von myelographischer Diagnose und Operationsbefund sowie Häufigkeit falsch negativer Myelogramme

Die diagnostische Bedeutung von klinisch-neurologischer
und myelographischer Untersuchung

Zur Überprüfung der diagnostischen Effizienz von neurologischer Untersuchung und Dimer-X-Myelographie beim lumbalen Bandscheibenvorfall wurden die Untersuchungsergebnisse beider Methoden in 404 Fällen mit den Operationsergebnissen verglichen.

WELLAUER (1961) hat eine ähnliche vergleichende Studie bei 483 Abrodil-Myelogrammen veröffentlicht. Die Auswertung ergab in 33 % der Fälle eine vollständige Übereinstimmung von klinischem, myelographischem und operativem Befund.

In der vorliegenden Untersuchung wurde in 288 Fällen (71,3 %) eine vollständige Übereinstimmung der Befunde erzielt.

Abweichungen des myelographischen Befundes von klinischer und operativ gesicherter Diagnose ergaben sich in 58 Fällen (14,3 %) - siehe Tabelle 17.

In 17 Fällen unterschieden sich die Operationsbefunde von den übereinstimmenden klinischen und radiologischen Befunden. In 3 Fällen sprachen klinischer Befund und Myelogramm für eine monoradikuläre Irritation, während bei der Operation multiple Bandscheibenvorfälle exstirpiert wurden. In 5 Fällen wurde bei Verdacht auf polyradikuläre Irritation nur 1 Etage ausgeräumt. Die Höhenlokalisation war in 9 Fällen intraoperativ falsch ermittelt worden.

Die Fehlerquote des klinischen Befundes lag bei 10,1 %. Die Höhenlokalisation differierte in 15 Fällen, die Seitenlokalisation in 2 Fällen. Der klinische Befund sprach in 6 Fällen bei multiplen Bandscheibenvorfällen für ein monoradikuläres Wurzelkompressionssyndrom. Die Verdachtsdiagnose multipler Bandscheibenvorfälle wurde in 18 Fällen operativ nicht bestätigt.

Die Abweichungen des Operationsbefundes von der klinischen und myelographischen Diagnose sind in Tabelle 19 erfaßt.

Die Fehlerquote des klinischen Befundes ist in Tabelle 20 erläutert.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß in 10 % der Fälle die entscheidenden Kriterien für die Diagnose des lumbalen Bandscheibenvorfalles myelographisch diagnostiziert worden waren.

In 90 % der Fälle war bereits nach der klinisch-neurologischen Untersuchung die richtige Diagnose gestellt worden.

Ausschlaggebend für die Operationsindikation war der klinische Befund in 13 Fällen (3,2 %), bei denen im Dimer-X-Myelogramm kein pathologischer Befund erhoben werden konnte.

Die diagnostische Effizienz der klinisch-neurologischen Untersuchung war in 14,3 % der des Dimer-X-Myelogramms überlegen.

Ob die provokatorische Forderung von HALSTEAD "Mehr Neurologie, weniger Jodipin" durch diese Ergebnisse bestätigt werden kann, bleibt zu diskutieren.

Abweichender Operationsbefund	Anzahl n	n in %
Höhenlokalisation	9	2,2
Monoradikuläre Dekompression	5	1,2
Polyradikuläre Dekompression	3	0,7
Gesamt	17	4,1

Tabelle 19: Abweichungen des Operationsbefundes von klinischem und myelographischem Befund, untersucht bei 404 Fällen

Abweichender klin. Befund	Anzahl n	n in %
Höhenlokalisation	15	3,7
Seitenlokalisation	1	0,2
V. a. monoradik. Irritation	6	1,5
V. a. polyradik. Irritation	18	4,4
Gesamt	41	10,1

Tabelle 20: Abweichungen des klinischen Befundes von myelographisch und operativ gesicherter Diagnose, untersucht bei 404 Fällen

Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine auslesefreie Serie von 605 Dimer-X-Myelogrammen ohne Kenntnis der klinischen Diagnose reinterpretiert. Als Grundlage für die vergleichende Studie über die diagnostische Bedeutung von klinischer Untersuchung und Dimer-X-Myelographie beim lumbalen Bandscheibenvorfall dienten 427 Bildserien, deren neuroradiologische Diagnose operativ überprüft worden ist.

Das Patientenkollektiv wurde nach Alter, Geschlecht, berufsbedingter körperlicher Belastung, Erstmanifestation und Dauer vertebra gener und radikulärer Symptome analysiert. Die Auswertung der anamnestischen Daten hat die große Bedeutung der eingehenden Schmerzanalyse bestätigt.

Anatomie, Pathologie und Pathophysiologie der lumbalen Bandscheibe wurden erläutert.

Die klinische Untersuchung umfaßt die Überprüfung von Haltung und Funktion der Lendenwirbelsäule und den neurologischen Status. Auf die Notwendigkeit einer kurzen psychiatrischen Exploration zum Ausschluß einer maskierten Lumbo-Ischialgie wurde hingewiesen. Bei den vertebra generen Symptomen dominierten die schmerzbedingte Bewegungseinschränkung und Fehlhaltung der Lendenwirbelsäule sowie die reflektorische Verspannung der paravertebralen Muskulatur. Diese Parameter bedingen sich gegenseitig in einem Circulus vitiosus. Die radikuläre Symptomatik wurde hinsichtlich ihrer höhendiagnostischen Effizienz überprüft. Sensibilitätsstörungen haben für alle betroffenen Nervenwurzeln gleichbedeutenden diagnostischen Wert, obgleich sie nicht objektivierbar sind. Paresen der Extremitätenmuskulatur traten absolut gesehen seltener auf. Die Paresen der Kennmuskeln waren für die Irritationen der inneren Nervenwurzeln in Höhe L_4 und L_5 in der Hälfte der Fälle pathognomonisch. Bei lumbosakralen Bandscheibenvorfällen wurden in der vorliegenden Untersuchung nur in 27,5 % der Fälle motorische Ausfallerscheinungen diagnostiziert. Die Hypo- bzw. Areflexie von Patellarsehnenreflex und Achillessehnenreflex sicherten die Höhendidiagnose der betroffenen Bandscheibe in 68,7 %

bzw. 83,3 % der Fälle. Die Reflexanomalien des Tibialis-posterior-Reflexes sind nur bei einseitigem Auftreten bedingt höhenlokalisatorisch verwertbar. Der klinische Befund hat in 90 % der Fälle zur richtigen Höhen- und Seitenlokalisation des Bandscheibenvorfalles geführt.

Bei der Auswertung der Operationsbefunde wurde das Häufigkeitsmaximum des dorsolateralen Bandscheibenvorfalles im caudalen Lumbalbereich bestätigt. Ein Überwiegen linksseitig gelegener Vorfälle (45,9 %) wurde festgestellt. In 10,5 % der Fälle wurden mediane Bandscheibenvorfälle exstirpiert, deren relative Häufigkeit im Lumbalbereich von cranial nach caudal abnimmt. Das Degenerationsstadium des exstirpierten Bandscheibengewebes wurde ermittelt. Es handelte sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle (78,4 %) um Bandscheibenvorfälle. In 6,5 % wurden Protrusionen, in 12,6 % Bandscheibensequester und in 2,3 % Rezidivprolapse exstirpiert. Die am häufigsten angewandte Operationsmethode war die Hemilaminektomie (55 %), gefolgt von der interlaminaeren Fensterungsoperation nach LOVE (32,8 %) und der Laminektomie (14,7 %). Erfahrungen mit der mikrochirurgischen Operationstechnik liegen nicht vor. Die histologische Differenzierung von 12 exstirpierten spinalen Tumoren im Lumbalbereich wurde aufgeführt.

Die Interpretation der Röntgen-Nativaufnahmen der Lendenwirbelsäule in 2 Ebenen ergab, daß die Discusraumverschmälerung nur dann als Zeichen für einen Bandscheibenvorfall gewertet werden kann, wenn der Zwischenwirbelraum im Moment der Abbildung in der filmparallelen Ebene liegt. Die wichtigsten röntgenologischen Kennzeichen des Discusprolapses in den Nativaufnahmen sind die Retrolisthesis, die Pseudospondylolisthesis, die Skoliose mit eventueller Torsionskomponente, die isolierte segmentale Streckstellung und das dorsale Klaffen des Discusraumes. Assimilationsvorgänge im Bereich des lumbosakralen Übergangs können die Definition der lumbosakral austretenden Wurzel erschweren. Zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Bewegungssegmente sind Funktionsaufnahmen der Lendenwirbelsäule unentbehrlich.

Entwicklung und Anwendungsbereiche verschiedener Röntgenkontrastmittel zur lumbalen Myelographie wurden dargestellt.

Physikochemische Daten sowie die tierexperimentelle und klinische Pharmakologie von Dimer-X wurden erläutert. Der Vergleich mit Abrodil, Conray 60 und Amipaque ergab die Überlegenheit von Dimer-X hinsichtlich der Verträglichkeit und Kontrastdichte gegenüber den monomeren dissoziierten Verbindungen. Das nichtionische trijodierte Röntgenkontrastmittel Amipaque zeichnet sich durch die geringste Neurotoxizität aus.

Die Technik der Dimer-X-Myelographie wurde beschrieben. Auf die große diagnostische Bedeutung der von Ortnier propagierten Funktionsmyelographie wurde hingewiesen.

Die postradiologischen Maßnahmen wurden unter Berücksichtigung neuerer Hypothesen über die Pharmakokinetik intrathekal instillierter, wasserlöslicher Kontrastmittel diskutiert.

Komplikationen nach Dimer-X-Myelographie traten fast ausschließlich in Form von meningealen Reizerscheinungen auf, die auch als Folge des postpunktionellen Liquorunterdruckes gewertet werden müssen. Entsprechend der geringen Neurotoxizität von Dimer-X sind bei dem untersuchten Patientenkollektiv nur in 1 % der Fälle zentral-nervöse Komplikationen registriert worden. Eine Bestätigung dieser Ergebnisse zeigt auch der Vergleich mit den in der Literatur angegebenen Komplikationsraten nach lumbaler Dimer-X-Myelographie. Das akute Kaudasyndrom wurde als schwerwiegende Komplikation anhand von 12 Fällen aus der Literatur erwähnt. Nach den Untersuchungen von AHLGREN sind nach lumbaler Instillation von Dimer-X adhäsive Arachnitiden als Spätkomplikation nicht auszuschließen. Auf die Potenzierung der epileptogenen Wirkung von Dimer-X durch Neuroleptika wurde hingewiesen.

Die wichtigsten Röntgensymptome des Bandscheibenvorfalles im Dimer-X-Myelogramm wurden beschrieben und ihre relative Häufigkeit bei dem untersuchten Krankengut aufgezeigt.

Die Treffsicherheit der myelographischen Diagnose liegt trotz blinder Reinterpretation bei 81,4 %. In 3,2 % der Fälle waren Dimer-X-Myelogramme falsch negativ. Die gefundene Übereinstimmungsquote von myelographischer und operativer Diagnose und die Häufigkeit falsch negativer Myelogramme entsprechen den Angaben in der Literatur. Die Übereinstimmung von klinisch-neurologischer und myelographischer Diagnose mit dem Operationsbefund wurde in 71,3 % erzielt.

In 14,3 % der Fälle differierte der myelographische Befund. Das Resultat der klinisch-neurologischen Untersuchung war in 10 % der Fälle nicht relevant für die Diagnostik des lumbalen Bandscheibenvorfalles. Eine Abweichung der Operationsdiagnose von den übereinstimmenden Ergebnissen der klinischen Untersuchung und der Dimer-X-Myelographie ergab sich in 4,1 % der Fälle.

Diskussion

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen erfüllt Dimer-X weitgehend die von DI CHIRO und FISHER postulierten Kriterien eines idealen Röntgenkontrastmittels. Neben der geringen Neurotoxizität bei ausgezeichneter Schattendichte ist der Verzicht auf die Lumbalanästhesie als besonderer Vorteil anzusehen.

Die Dimer-X-Myelographie ist eine invasive diagnostische Methode, die einer strengen Indikationsstellung unterliegen muß und erst nach eingehender Aufklärung des Patienten erfolgen sollte. Dennoch ist ihre Durchführung bei allen Altersklassen uneingeschränkt möglich. Der jüngste Patient des untersuchten Kollektivs war 16 Jahre alt, der älteste 73. In 9,6 % der Fälle waren die myelographierten Patienten älter als 60 Jahre.

Besondere Bedeutung hat die Dimer-X-Myelographie in den Fällen, bei denen der Informationsgehalt der klinisch-neurologischen Symptome unzureichend ist, da subjektive Beschwerden und neurologische Ausfallserscheinungen nicht zwangsläufig mit der Ausdehnung einer Raumforderung im Spinalkanal korrelieren müssen. Bei dem untersuchten Krankengut ($n = 404$) waren in 10 % der Fälle die myelographischen Befunde für die Operationsindikation entscheidend. Eine klinische Fehldiagnose bezüglich der Höhenlokalisation wurde in 15 Fällen gestellt, wobei in 10 Fällen (66,7 %) ein S_1 -Syndrom mit einem operativ gesicherten L_4/L_5 -Prolaps korrelierte. Bei unsicherer klinischer Höhenlokalisation sollte deshalb besonders beim S_1 -Syndrom die Wertigkeit des myelographischen Befundes überwiegen (GRUSS, WORINGER).

Durch einen Bandscheibensequester kann das klinische Bild einer polyradikulären Wurzelschädigung vorgetäuscht werden. In der vorliegenden Untersuchung sprach der klinische Befund in 18 Fällen für eine polyradikuläre Irritation, die sich weder myelographisch noch operativ bestätigen ließ. Der myelographische Befund hat in diesen Fällen eine ungerechtfertigte Erweiterung der Operation verhindert.

In 6 Fällen, bei denen die klinische Untersuchung eine monoradikuläre Irritation vermuten ließ, zeigten sich im Myelogramm Hinweise für Bandscheibenvorfälle in 2 Etagen, die operativ bestätigt wurden.

Für den Operateur ergeben sich - wie die eben zitierten Fälle zeigen - aus dem Myelogramm wichtige Orientierungshilfen bezüglich der Größe, Lage und Ausdehnung des Prolapses. Für die mikrochirurgische Operationstechnik (CASPAR, LOEW) ist die präoperative Myelographie unentbehrlich.

Bei der Querschnittsläsion der Cauda equina kann die klinische Differentialdiagnose zwischen medialem Bandscheibenvorfall und spinalem Tumor problematisch sein. Das Myelogramm ist für die Artdiagnose spinaler, raumfordernder Prozesse von entscheidender Bedeutung (PANTER, WELLAUER).

Im Myelogramm erkennt man intramedulläre Tumoren an dem charakteristischen Füllungsdefekt innerhalb des Kontrastschattens (KUNZE). Juxtamedulläre, intradurale Tumoren werden meist durch die typische glatte, konvexbogige Kontur des Kontrastmittelstopps einwandfrei identifiziert. Extradurale Tumoren sind im Myelogramm dann schwer von medianen Bandscheibenvorfällen abzugrenzen, wenn der röntgenologische Nachweis von osteolytischen Prozessen in den benachbarten Skelettabschnitten fehlt (CRONQVIST).

Da die Kauda-Läsion unverzügliches Handeln gebietet, ist die Dimer-X-Myelographie als schnell und sicher durchführbare Methode nach Ausschluß einer intrakraniellen Drucksteigerung immer indiziert.

Bei postoperativen Schmerzrezidiven bietet die Myelogramm-Kontrolle eine Möglichkeit zur Differenzierung der Ursachen (WELLAUER).

Allerdings sollte die Re-Myelographie nicht unmittelbar nach der Operation erfolgen, da Hämatome eine vorübergehende Wurzelirritation bedingen können. Differentialdiagnostisch sind Rezidivprolapse, Adhäsionen des Duralsackes, konstriktive Arachnitiden und eine Instabilität des Achsenskeletts durch knöcherne Defekte nach Laminektomie auszuschließen. Der Rezidivprolaps ist im Myelogramm als runde, glatt begrenzte Kontrastmittelaussparung zu erkennen (DEL BUONO). Adhäsionen des Duralsackes in Höhe des Operationsgebietes sind im Myelogramm als dorsalseitig gelegene Impressionen verifizierbar, während

prolapsbedingte Impressionen ausschließlich ventralseitig gelegen sind (CRONQVIST). Bei stark ausgeprägten Adhäsionen kann es zur konzentrischen Einengung des Duralsackes bzw. zum kompletten Stopp der Kontrastmittelsäule kommen. Arachnoidale Veränderungen sind erst nach längerem Intervall als unscharf konturierte, strichförmige Defekte im Kontrastschatten nachweisbar (CRONQVIST). Narbige Veränderungen an den Nervenwurzeln führen zu myelographisch nachweisbaren Verkürzungen der Durascheiden.

Der große Vorteil bei der Auswertung postoperativer Myelogramme ist die Vergleichsmöglichkeit mit den präoperativen Bildserien. In diesen Fällen wird der Wert der Dokumentation eines Befundes im Myelogramm deutlich. Die myelographisch gestellte Diagnose ist jederzeit objektiv überprüfbar, was vor allem hinsichtlich eventueller Regressansprüche von großem Nutzen sein kann.

Der hohe Informationswert der Dimer-X-Myelographie wird bei isolierter Betrachtung der diagnostischen Methoden von der Effizienz der klinisch-neurologischen Untersuchung übertroffen. Nach den vorliegenden Ergebnissen hat die Dimer-X-Myelographie bei blinder Reinterpretation unter Ausschluß technischer Fehler eine Versagerquote von 14,3 %.

Die falsch negative Interpretation von 13 Myelogrammen war in 6 Fällen durch weit lateral gelegene Protrusionen in Höhe L_4/L_5 und in 7 Fällen durch lumbosakrale Bandscheibenvorfälle bedingt. Letztere können sich dem myelographischen Nachweis aufgrund der Weite des ventralen Epiduralraumes und anatomischer Variationen der Nervenwurzeln im lumbosakralen Übergangsbereich entziehen bzw. zu Fehlinterpretationen führen.

Die höhenlokalisatorische Inkongruenz von myelographischem und operativem Befund war bei insgesamt 16 Bildserien in 13 Fällen (81,2 %) durch L_5/S_1 -Vorfälle und in 3 Fällen (18,8 %) durch L_4/L_5 -Vorfälle bedingt.

Bei negativem Myelogrammbefund sollte besonders beim S_1 -Syndrom ein Bandscheibenvorfall mittels Funktionsmyelographie bei Hyperlordosierung der Lendenwirbelsäule ausgeschlossen werden (ORTNER, RITTMAYER und FREYSCHMIDT). Bei maximaler Dorsalflexion wird der ventrale Epiduralraum verengt und eine prolapsbedingte Kontrastmittel-Impression verstärkt.

Bei insgesamt 72 multiplen Bandscheibenvorfällen sind in 27 Fällen myelographisch nur monoradikuläre Kompressionszeichen diagnostiziert worden, was einer relativen Häufigkeit von 37,5 % entspricht. Dieses Ergebnis widerspricht der Auffassung von GRUSS, der die besondere Bedeutung der Myelographie bei multiplen Vorfällen hervorhebt.

Die Grenzen der Dimer-X-Myelographie liegen in ihrer auf den Lumbalbereich beschränkten Anwendungsmöglichkeit. Spinale raumfordernde Prozesse in Höhe L₁ und L₂ werden wegen der eingetretenen Kontrastmittelverdünnung nicht dargestellt. Es ist daher unerlässlich, vor der Myelographie mit Hilfe des Queckenstedt'schen Versuchs die ungestörte Liquorpassage zu überprüfen.

Die zentral-nervösen Komplikationen von Dimer-X sind dank der geringen Neurotoxizität bei Einhaltung der empfohlenen Kontrastmittel-Menge von 5 ml in entsprechender Verdünnung äußerst selten. Die relative Häufigkeit meningealer Reizerscheinungen dürfte auch als Folge des Liquorverlustes über die Stichlochdrainage nach Lumbalpunktion zu werten sein. Die Verwendung konisch atraumatischer Punktionsnadeln mit Führungskanülen könnte die ausgedehnte meningeale Traumatisierung bei der Lumbalpunktion verhindern. Die Benutzung einer Führungskanüle würde darüberhinaus das Infektionsrisiko weiter verringern.

Ob durch die raschere Absorption des Kontrastmittels aus dem Spinalkanal bei postradiologischer Flachlagerung eine Abnahme der meningealen Komplikationen erwartet werden kann, ist noch nicht entschieden (CECILE).

Die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit haben gezeigt, daß die diagnostischen Hinweise der Dimer-X-Myelographie beim lumbalen Bandscheibenvorfall erst in der Synopsis mit der Anamnese sowie dem klinischen und nativ-röntgenologischen Befund optimal verwertet werden können. Die lumbale Myelographie mit dem wasserlöslichen Kontrastmittel Dimer-X hat sich als Routine-Methode in der Diagnostik des lumbalen Bandscheibenvorfalles bewährt.

Literatur-Verzeichnis

1. Abrodil, Röntgen-Kontrastmittel zur Myelographie. Schering, Berlin, 5. Aufl. 1973.
2. AGNOLI A. L. Untersuchungen mit einem wasserlöslichen Kontrastmittel ohne Anaesthesie zur Diagnose krankhafter Prozesse im lumbosakralen Bereich. Fortschr. Röntgenstr. 120 (1974), 608.
3. AHLGREN P. Lumbale Myelographie mit Conray Meglumin 282. Fortschr. Röntgenstr. 111 (1969), 270.
4. AHLGREN P. Dimer-X, a new contrast medium for lumbar myelography without spinal anaesthesia. Acta Radiol. Diagn. 13 (1972), 753 - 761.
5. AHLGREN P. Long Term Side Effects after Myelography with Watersoluble Contrast Media: Conturex, Conray Meglumin 282 and Dimer-X. Neuroradiology 6 (1973), 206 - 211.
6. AHLGREN P. Amipaque myelography. The side effects compared with Dimer-X. Neuroradiology 9 (1975) 197.
7. AHLGREN P. Amipaque myelography without late adhesive arachnoid changes. Neuroradiology 14 (1978) 231.
8. Amipaque - Nichtionisches Röntgenkontrastmittel. Schering, Berlin, 3. Aufl. 1978.
9. ALBERT, von, H.-H. Neurologische Komplikationen beim Wirbelsäulensyndrom und ihre Erkennung in der Praxis. Therapiewoche 27 (1977) 8304 - 8316.
10. ALLERT M.-L.
SCHMIDT-WITTKAMP E. Komplikationen bei Kontrastmitteluntersuchungen des Spinalkanals. Acta neurochir. (Wien) 19 (1968), 111.
11. ALMEN T. Contrast agent design: Some aspects on the synthesis of watersoluble contrast agents of low osmolality. J. Theor. Biol. 24 (1969) 216 - 226.

12. AMUNDSEN P.
HELSINGEN P.
KRISTIANSEN K. Evaluation of lumbar radiculography (myelography) with watersoluble contrast media.
Acta Radiol. Diagn. 1 (1963) 659 - 665.
13. ARNELL S.
LIDSTRÖM F. Myelography with Skiodan (Abrodil).
Acta radiol. 12 (1931) 287 - 288.
14. ARNELL S. Weitere Erfahrungen über Myelographie mit Abrodil.
Acta Radiol. 25 (1944), 408.
15. AUTIO E.
SUOLANEN J.
NORRBÄCK S.
SLÄTIS P. Adhesive arachnoiditis after lumbar myelography with meglumine iothalamate (Conray).
Acta Radiol. Diagn. 12 (1972), 17 - 24.
16. BACIOCCO A.
MARRA U. Un nuovo mezzo di contrasto idrosolubile per mielografia.
La Radiol. medica 57 (1971), 187 - 193.
17. BARKE R. Röntgenkontrastmittel
G. Thieme, Leipzig, 1970
18. BAUMGARTNER J.,
BRAUN J.P., CARON J.,
CECILLE J., FISCH-
GOLD H., GONSETTE
R., HIRSCH J.F.,
SYRE J., METZGER J., Radiculographie au Dimer-X. Premières resultats
après 630 examens.
J. Radiol. Elektrol. 51 (1970), 557 - 559.
19. BAUMGARTNER J.
et al. Radiculographie lumbo-sacrée au Dimer-X
Presse Med. 79 (1971) 414.
20. BOCKSLAFF H., BRASE
A., HAINDL H.,
KORBER G. Einfluß jodhaltiger Röntgenkontrastmittel auf aus-
gewählte Schilddrüsen-Invitro-Testverfahren.
Münch. med. Wschr. 118 (1976), 1 - 6.
21. BODECHTEL G. Differentialdiagnose Neurologischer Krankheits-
bilder
G. Thieme, Stuttgart (1974).
22. BRABAND H., WENKER
H., GROTH W., KOSTA-
DINOW G., CIARKOWSKI
J., LESSMANN H.D. Klinische Prüfung eines neuen wasserlöslichen Kon-
trastmittels zur lumbo-sakralen Myelographie.
Fortschr. Röntgenstr. 115 (1971), 608 - 614.
23. BRABAND H., LESSMANN
D., WENKER H. Experimentelle Untersuchungen über die Elimination
und Neurotoxizität eines neuen wasserlöslichen Kon-
trastmittels zur lumbosakralen Myelographie.
Radiologe 12 (1972), 66 - 68.

24. BRAUN W., HACH J. Potency Disturbances Following Abrodil Myelography.
Neuroradiology 5 (1973), 49 - 52.
25. BROCHER J.E.W. Die Wirbelsäulen-Leiden und ihre Differential-diagnose.
G. Thieme, Stuttgart, 1970.
26. BRONISCH F.W. Atypische Symptome bei Rückenmarkstumoren - periphere und pseudoperiphere Symptome.
Fortsch. Neurol. Psych. 11 (1976) 634 - 643
27. BROWN H.A. The Effect of Lipiodol in the subarachnoid space
CARR J.L. Surg. Gynec. Obstet. 68 (1939) 945 - 951.
28. BROWN H.A. Disease of lumbar discs.
PONT M.E. J. Neurosurg. 20 (1963) 410 - 417.
29. BRUSKIN J. Experimentelle Myelo-Encephalographie an Hunden
PROPPER N. und über den Einfluß von Jodipin und Lipiodol auf das Rückenmark, Gehirn und dessen Häute.
Z. ges. exp. Med. 75 (1931) 34 - 55.
30. BULL J. Myelography.
Neuroradiology 2 (1971), 1 - 2.
31. BUSCH G. Diagnostik und Therapie der Nucleus-pulposus-Hernie.
Med. Klin. 69 (1974), 49 - 56.
32. CAMPBELL R.L., Ventriculography and myelography with absorbable
CAMPBELL J.A., radiopaque medium.
HEINBURGER R.F., Radiology 82 (1964), 286 - 289.
KALSBECK J.E.,
MEALEY J.JR.
33. CECILE J.P., Postural Protection against Complications in
REGNIER G., Radiculography with Dimer-X.
GUAQUIERE A., Neuroradiology 7 (1974), 167 - 172.
DOFFINY L.,
CUVELIER A.
34. Conray.
Byk Gulden, Konstanz, 1975.
35. CRONQVIST S. The postoperativ myelogram
Acta Radiol. (Stockh.) 52 (1959), 45 - 51.

36. DANDY W.E. Roentgenography of the brain after the injection of air into the spinal canal.
Ann. Surg. 70 (1919) 397 - 403.
37. DAUN H. Kritische Befunde bei lumbalen Bandscheibenschäden.
Med. Welt 23 (1972), 1330 - 1331.
38. DAVIDSON E.A., Biochemical alterations in herniated intervertebral disks.
WOODHALL B. J. biol. Chem. 234 (1959) 2951.
39. DAVIES F.L. Effect of unabsorbed radiographic contrast-media on the central nervous system.
Lancet II (1956) 747.
40. DAVIS F.M., Watersoluble contrast myelography using Meglumin
LIEWELLYN R.C., Iothalamate (Conray) with Methyl-prednisolone
KIRGIS H.D. acetate (Depot-Medrol).
Radiology 90 (1968), 705 - 710.
41. DE GRAAF A.S., Epileptic seizures and EEG changes after radiculography with meglumine iothalamate (Conray) and
KAYED K.S. meglumine iocarmate (Dimer-X).
Psychiat. Neurol., Neurochir. 76 (1973) 77.
42. DEL BUONO M.S. Die lumbale Myelographie zur Diagnose der Diskushernie.
Fortschr. Röntgenstr. 87 (1957), 334.
43. DECKER K. Klinische Neuroradiologie.
G. Thieme, Stuttgart, 1960.
44. DI CHIRO G., Contrast radiography of the spinal cord.
FISHER R.L. Arch. Neurol. 11 (1964), 125.
45. DI CHIRO G., Computed tomography of spinal cord after lumbar
SCHNELLINGER D. intrathecal introduction of metrizamide.
Radiology 120 (1976) 101.
46. DIHLMANN W. Röntgen, Bd. III, Gelenke und Wirbelverbindungen
G. Thieme, Stuttgart, 1973.
47. Dimer-X
Byk Gulden, Konstanz, 1975.
48. DÖRSTELMANN D., Lumbosakrale Myelographie mit einem Kontrastmittel
HAUKE P. (Dimer-X) ohne Lumbalanaesthesia.
J. Neurol. 204 (1973), 225 - 233.

49. Duroliopaque.
Byk Gulden, Konstanz, 1975.
50. ELIES W. Erfahrungen mit einem neuen wasserlöslichen Kon-
trastmittel bei der lumbalen Myelographie.
Med. Welt 24 N.F. (1973), 825 - 826.
51. ELIES W. Beobachtungen über den Resorptionsweg eines
TODOROW S. öligen Kontrastmittels (Duroliopaque) nach
spinaler Myelographie.
Fortschr. Röntgenstr. 120 (1974), 603 - 608.
52. ERICKSON T.C. Late meningeal reaction to ethyliodophenyl-
VAN BAAREN H.J. undecylate used in myelography; report of
case that terminated fatally.
J. Amer. med. Ass. 153 (1953), 636 - 639.
53. FORD L.T., An analysis of one hundred consecutive lumbar
RAMSEY R.H., myelograms followed by disc operations for
HOLT E.P., relief of low-back pain and sciatica.
KEY J.A. Surgery 32 (1952), 961 - 966.
54. FROMMHOLD W., Amipaque Workshop.
HACKER H., Excerpta Medica, Amsterdam (1978).
SCHMITT H.E.,
VOGELSANG H.
55. GALIBERT P., Le traitement chirurgical de la hernie discale
DELCOUR J., ne s'adress pas aux sciaticque dites "rebelles".
GRUNEWALD P., Sem. Hop. Paris 5 (1971), 290.
LENCAUCHEZ J.
56. GELLER G. Komplikationen bei der lumbalen Myelographie
mit Conray 282 (Contrix 28).
Fortschr. Röntgenstr. 4 (1971), 568 - 569.
57. GÜRDES W., Die Myelographie - ihr Wert für die Diagnostik
KEYL W., und Behandlung des lumbalen Bandscheibenvorfalles.
WIRTH C.J. Münch. med. Wschr. 116 (1974), 303 - 306.
58. GOLDTHWAIT J. The lumbosacral articulation. An explanation of
many cases of "lumbago" "sciatica" and paraplegia.
Boston Med. Surg. J 164 (1911) 365.
59. GONSETTE R. Nouvelle technique de radiculographie lumbosacrée
ANDRÉ-BALISAUX G. par produit hydrosoluble résorbable, sans
rachianasthésie.
Ann. Radiol. 11 (1968), 141 - 146.

60. GONSETTE R.,
ANDRÉ-BALISAUX G. Etude expérimentale et clinique de quelques produits de contraste hydrosolubles en vue de leur utilisation pour la radiculographie, la myélographie et la ventriculographie. J. Radiol. Electrol. 51 (1970), 19 - 29.
61. GONSETTE R. An Experimental Clinical Assessment of Water-Soluble Contrast Medium in Neuroradiology. A new Medium - Dimer-X. Clin. Radiol. 22 (1971), 44 - 56.
62. GONSETTE R. Biologic tolerance of the central nervous system to metrizamide. Acta Radiol. Suppl. 335 (1973), 25 - 44.
63. GOTTESLEBEN A.
SELLE G. Die lumbosakrale Radikulographie mit Dimer-X. Nervenarzt 43/12 (1972), 646 - 648.
64. GRAINGER F.G.,
GUMPERT J.,
SHARPE D.M.,
CARSON J. Water soluble lumbar radiculography. A clinical trial of Dimer-X - a new contrast medium. Clin. Radiol. 22 (1971), 57 - 62.
65. GREFF A.,
WIDÉN L. Effects of cisternal applications of metrizamide. Acta Radiol. Suppl. 335 (1973), 119.
66. GRUSS P.,
NADJMI M.,
AUER-DOINET G.,
RICKER H. Myelographie des Lumbosakralbereiches mit wasserlöslichem Kontrastmittel bei Bandscheibenerkrankungen. Münch. med. Wschr. 115 (1973), 498 - 503.
67. HACKER H. Neue Kontrastmittel für die Myelographie. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 55 Hippokrates, Stuttgart 1972.
68. HACKER H.,
VONOFAKOS D. Kraniale CT-Untersuchungen nach lumbaler Myelographie mit Amipaque. Amipaque Workshop (1978), 12 - 15.
69. HALBURT H.,
LESTER J. Leptomeningeal Changes Following Lumbar Myelography with Watersoluble Contrast Media (Meglumine Iothalamate und Methiodal Sodium). Neuroradiology 5 (1973), 70 - 76.
70. HAMER J. Asymptomatic protrusions and prolapses of lumbar intervertebral discs; a post-mortem myelographic study of 50 cases. Mod. aspects of neurosurg. 3 (1973), 80 - 82.

71. HAMMER B. Verbesserte Technik der lumbosakralen
Myelographie.
Fortschr. Röntgenstr. 113 (1970), 325 - 327.
72. HAMMER B., Choice of Contrast Medium in Lumbosacral
SCHERRER H. Myelography.
Neuroradiology 4 (1972), 114 - 117.
73. HARTMANN P. Die biochemischen und makromolekulären Grund-
lagen einer Pathologie der Bindegewebe.
Internist 2 (1961) 403.
74. HAYES C.W., Experimental evaluation of iothalamic acid
FORSTER J.H., derivates as angiographic contrast media.
SEWELL R., Amer. J. Roentgenol. 97 (1966), 755 - 761.
KILLEN D.A.
75. HIGHMAN J.H. Completemyelographic block in lumbar
degenerative disease.
Clin. Radiol. 16 (1965), 106.
76. HILAL S.K. Hemodynamic Changes Associated with the Intra-
Arterial Injections of Contrast Media.
Radiology 86 (1966), 615 - 633.
77. HILLEMACHER A. Lumbale Schmerzsyndrome.
mod. medizin 6 (1978) 899 - 904.
78. HINDMARSH T. Lumbar myelography with meglumine iocarmate
and metrizamide.
Acta Radiol. Diagn. 16 (1975), 209.
79. HINDMARSH T., Metrizamide-Phenothiazine-Interaction.
GREPE A., Acta Radiol. Diagn. 16 (1975), 129 - 134.
WIDEN L.
80. HIRSCH C., Lumbar myelography with water-soluble contrast
ROSENCRANTZ M., media, with special reference to the appearances
WICKBLÖM I. of the root pockets.
Acta Radiol. Diagn. 8 (1969), 54 - 64.
81. HUDGINS W.R. The predictive value of myelography in the
diagnosis of ruptured lumbar discs.
J. Neurosurg. 32 (1970), 152 - 162
82. IRSTAM L. Side effects of water-soluble contrast media.
Acta Radiol. Diagn. 14 (1973), 647 - 656.

73. IRSTAM L.
ROSENCRANTZ M. Water-soluble contrast media and adhesive arachnoiditis.
Acta Radiol. Diagn. 14 (1973), 497 - 506.
74. IRSTAM L.
SELLEN U. Adverse effects of lumbar myelography with Amipaque and Dimer-X.
Acta Radiol. Diagn. 17 (1976), 145.
75. JAKOBSEN J.K. Clinical evaluations of a histologic examination of the side effects of myelographic contrast media.
Acta Radiol. Diagn. 14 (1973), 638 - 646.
86. JOCHHEIM K.A.,
LOEW F.,
RUTT A. Lumbaler Bandscheibenvorfall.
Springer, Göttingen, Heidelberg-Berlin, 1961.
87. JOCHHEIM K.A.,
LOEW F.,
KIVELITZ R. Klinik und Behandlung der lumbo-sakralen Bandscheibenschäden.
Handbuch Neurochir. VII/1, Springer, Berlin, Heidelberg, New-York (1969), 164 - 237.
88. JOISTEN T. Möglichkeiten und Grenzen der Röntgenuntersuchung bei der Diagnose und Verlaufsbeurteilung lumbaler Bandscheibenschäden.
Inaugural-Diss. Universität Köln, 1960.
89. KOSARY J.Z.,
TADMOR R.,
QUAKNINE J.,
BRAHAM J. Lumbosacral myelography with Dimer-X.
J. Neurosurg. 39 (1973), 359 - 361.
90. KRÄMER J. Biomechanische Veränderungen im lumbalen Bewegungssegment.
Hippokrates, Stuttgart, 1973.
91. KRUMP J.,
ALBRECHT K. Über Komplikationen bei lumbalen Kontrastverfahren.
Acta Neurochir. 4 (1956), 449 - 462.
92. KÜHNER A.,
HAGENLOCHER H.V.,
CIBA K.,
KRÄSTEL A. Akutes Kaudasyndrom nach Dimer-X-Myelographie.
Neurochirurgica 20 (1977) 216 - 221.
93. KUNZE ST.,
SCHIEFER W. Kontrastmitteldiagnostik beim lumbalen Bandscheibenvorfall.
Dtsch. med. Wschr. 97 (1972), 245 - 246.

94. KUNZE ST.,
KLINGER M.,
SCHIEFER W. Central ventriculography with Dimer-X.
Acta Neurochir. 28 (1973), 41 - 63.
95. KUNZE ST.,
SCHIEFER W. Die Verwendung wasserlöslicher resorbierbarer
Kontrastmittel zur zentralen Ventriculographie
und Myelographie.
Zentral-Bl. Neurochir. 35 (1974).
96. KUNZE ST. Kontrastmitteldarstellungen des Rückenmarkkanals.
Orthop. 5 (1976), 224 - 232.
97. LEHTINEN E.,
SEPPÄNEN S. Side effects of Conray Meglumin 282 and Dimer-X
in lumbar myelography.
Acta Radiol. Diagn. 12 (1972), 12 - 16.
98. LILIEQUIST B.,
LUNDSTRÖM B. Lumbar myelography and arachnoiditis.
Neuroradiology 7 (1974), 91 - 94.
99. LINDBLOM K. Complications of myelography by Abrodil.
Acta Radiol. (Stockh.) 28 (1947), 69 - 73.
100. LOB A. Die Wirbelsäulen-Verletzungen und ihre Ausheilung.
G. Thieme, Stuttgart, 1954.
101. LOMBARDI V. Lumbar spinal block by posterior rotation of
anulus fibrosus.
J. Neurosurg. 39 (1973), 642 - 644.
102. Metrizamide, a non-ionic watersoluble contrast
medium. Experimental and preliminary clinical
investigations.
Acta Radiol. Suppl. 335 (1973).
103. MIXTER W.J.,
BARR J.S. Rupture of intervertebral disc with involvement
of spinal canal.
New Eng. J. Med. 211 (1934) 210 - 215.
104. MÖSL H.,
DIEMATH H.E.,
ORTNER W.D.,
KUBIN H.,
KOLLAR W.A.F. Lumbale Funktionsmyelographie.
Acta Radiol. Diagn. 13 (1972), 842 - 847.
105. MORINGLANE J.R.
VOIGT K.,
SEEGER W. Vergleich myelographischer und intraoperativer
Befunde beim lumbalen Bandscheibenvorfall.
Neurochirurgica 20 (1977) 199 - 208.

106. MUMENTHALER M. Neurologie
G. Thieme, Stuttgart (1973).
107. NACHEMSON A., Intravital dynamic pressure measurement in
ELFSTRÖM G. lumbar disc.
Scand. J. Rehabil. Med. Suppl. 1 (1970).
108. NAYLOR A. The biophysical und biochemical aspects of
intervertebral disc herniation and degeneration.
Ann. Roy. Coll. Surg. Engl. 31 (1962), 91.
109. NITTFEE K., Wirbelsäule und Rückenmark.
BARTSCH W. Handb. d. Neurochirurgie Bd. VII/2, Springer
Berlin, Heidelberg, New-York, 1972.
110. OBERSON R. La myélographie
Schweiz. med. Wschr. 90 (1969) 1401 - 1412.
111. OCCLESHAW J.V., Comparative study of the effects of Conray 280
HOLYLAND J.N. and Dimer-X in lumbar radiculography.
Br. J. Radiol. 44 (1971), 946 - 948.
112. OFTEDAL S.I., Toxic Effects of Water-Soluble Contrast Media
SAMNIEY B.E. for Myelography. A Polygraphic Study in Rabbits.
Acta Neurol. Scand. 46 (1970), 273 - 274.
113. OFTEDAL S.I. Meningeal reactions to water-soluble contrast
media in cats.
Acta Radiol. Suppl. 335 (1973), 153.
114. OFTEDAL S.I., Epileptogenic effect of water-soluble contrast
KAYED K. media.
Acta Radiol. Suppl. 335 (1973), 45 - 56.
115. ORTNER W.D., Über die lumbale Funktionsmyelographie mit
KUBIN H., wasserlöslichen Kontrastmitteln bei Discopathien.
KOLLAR W.A.F. Radiologe 12/2 (1972), 69 - 73.
116. OTTO H., Bedeutung der lumbalen Myelographie in der
STRAHL E.W., Diagnostik von Bandscheibenvorfällen.
LÖHR E., Dtsch. med. Wschr. 101 (1976), 1872 - 1876.
GROTE W.,
SCHUMACHER W.
117. PANTER K. Über Komplikationen und Gefahren bei der Abrodil-
Myelographie.
Dtsch. med. Wschr. 78 (1953), 937 - 941.

118. PANTER K. Die Kontrastdarstellung der spinalen Räume.
Fortschr. Neurol. 23 (1955), 173 - 220.
119. PERRIGOT M. et al. Paralysies survenues dans les suites d'une
radiculographie au Dimer-X.
Presse Méd. 17 (1976) 1120 - 1122.
120. PIA H.W. Zur Differentialdiagnose des Ischias und
Indikation zur operativen Behandlung.
Dtsch. med. Wschr. 84 (1959), 101.
121. POECK K. Neurologie
Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1977.
122. PRAESTHOLM J., Water soluble Contrast lumbar myelography with
LESTER J. meglumine iothalamate (Conray).
Brit. J. Radiol. 43 (1970), 303 - 308.
123. PRAESTHOLM J., Comparative Histological investigations of the
OLGAARD K. sequelae of experimental myelography using
sodium methiodal and meglumine iothalamate.
Neuroradiology 4 (1972), 14 - 19.
124. RADBERG C., Late sequela following lumbar myelography with
WENNBERG E. water soluble contrast media.
Acta Radiol. Diagn. 14 (1973), 507 - 512.
125. RADOVICI, L'encéphalo-myélographie liquidienne.
MELLER J. radiol. électrol. 20 (1936) 229.
126. RADOVICI, La liquidographie chez l'homme; Essai
MELLER d'encéphalomyélographie par le Thorium
Colloidal.
Rev. neurol. 40 I (1953) 541.
127. RAMSEY G.H.S., Iodinate organic compounds as contrast media for
FRENCH J.D., radiographic diagnosis.
STRAIN W.E. Radiol. 43 (1944), 236 - 240.
128. REINHARDT K. Aktuelle Probleme in der Kontrastmittelunter-
suchung des Wirbelkanals.
Fortschr. Röntgenstr. 83 (1955), 809 - 819.
129. REINHARDT K., Myelographie und Ischias.
PANTER K. West-Ost-Verl., Saarbrücken, 1955.

130. REY G. Erfahrungen mit dem neuen wasserlöslichen Kontrastmittel Dimer-X zur lumbalen Myelographie. Radiologe 13/12 (1973), 547 - 550.
131. RITTMAYER K., FREYSCHMIDT J. Neue Aspekte zur Untersuchungstechnik bei der lumbosakralen Myelographie mit dem wasserlöslichen Kontrastmittel Dimer-X. Röntgen-Bl. 26 (1973), 3 - 11.
132. ROGERS R.T. Radiation dose to the skin in diagnostic radiography. Brit. J. Radiol. 42 (1969), 11 - 12.
133. SACKETT J.F., STROTHER C.M. Computer tomography and subarachnoid metrizamide for evaluation of cerebrospinal fluid flow. Acta Radiol. Suppl. 355 (1977), 338.
134. SHAPIRO R. Myelography Year Book Medical Publisher, Chicago, 1968.
135. SICARD J.A., FORESTIER J. Methode generale d'exploration radiologique par l'huile iodée (Lipiodol). Bull. Soc. Med. Hop. Paris 46 (1922), 943 - 957.
136. SIEGENTHALER W. Pathophysiologie G. Thieme, Stuttgart, 1973.
137. SKALPE I.O. Lumbar myelography with Conray-Meglumine 282. Report of 100 investigations with special reference to the adverse effects. Acta Neurol. Scand. 47 (1971), 569 - 578.
138. SKALPE I.O. Myelography with metrizamide, meglumine iothalamate and meglumine iocarmate. Acta Radiol. Suppl. 335 (1973), 57 - 66.
139. SKALPE I.O. Toxicity of metrizamide and meglumine iocarmate after suboccipital injection of rats. Acta Radiol. Suppl. 335 (1973), 143 - 152.
140. SKALPE I.O., AMUNDSEN P. Lumbar Radiculography with Metrizamide. Radiology 115 (1975), 91 - 95.
141. SÖDERBERG L. Prognosis in conservatively treated sciatica. Acta orthop. Scandinav. 1956.

142. SÜDERBERG L.,
SJOBERG S.,
LANGELAND P. Neurological complications following
myelography with watersoluble contrast
medium.
Acta Orthop. Scand. 28 (1959), 220 - 223.
143. SPRANGFORD E. The lumbar disc herniation.
Acta orthop. Scandinav. 1972.
144. SPECK U.,
SCHMIDT R.,
VOLKHARDT V.,
VOGELSANG H. Passage of metrizamide (Amipaque), meglumine
iocarmate (Dimer-X) and ioserinate (Myelo-
graphin) into the blood after lumbal-myelo-
graphy. The effect of the patients position
sitting up or lying down.
Neuroradiology 14 (1978), 251.
145. SCHÄFER M.,
RIEBELING H.,
HACKER H. Falsch negative Myelogramme bei operativ bestä-
tigtem lumbalen Bandscheibenvorfall.
Neurochir. 19 (1976), 201 - 207.
146. SCHEID W. Lehrbuch der Neurologie
G. Thieme, Stuttgart, 1968
147. SCHIEFER W.,
WIECK H.H., Spinale raumfordernde Prozesse.
perimed Verl. Erlangen, 1976.
148. SCHMIEDEL E. Die lumbosakrale Myelographie mit einem neuent-
wickelten Kontrastmittel.
Radiologe 10 (1970), 478 - 481.
149. SCHMORL G. Beiträge zur pathologischen Anatomie der
Wirbelbandscheiben und ihre Beziehungen
zu den Wirbelkörpern.
Arch. orthop. chir. 29 (1931), 389.
150. SCHMORL G.,
JUNGHANNS H. Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in
Röntgen-Bild und Klinik.
G. Thieme, Stuttgart, 1968.
151. SCHNEIDER M.,
BURKERT W. Erhöhte diagnostische Sicherheit durch die
Dimer-X-Myelographie bei Bandscheibenerkrankungen.
Orthop. u. Traumatol. 23 (1976), 29 - 34.
152. SCHÖBER R. Röntgenkontrastmittel im Liquorraum.
Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1964.

153. STEINKE S. Erfahrungen mit der lumbalen Myelographie in der Diagnostik von Bandscheibenschäden. Inaugural-Diss. Universität Köln, 1971.
154. STENSTRÖM R., LINDFORS M. Lumbar myelography with water-soluble contrast medium in children. Acta Radiol. Diagn. 11 (1971), 243 - 249.
155. TÖNNIS D., SCHILDHAUER M. Isolierte Bandscheibenverletzungen und Unfallgenese von Bandscheibenvorfällen. act. traumatol. (1971), 145 - 149.
156. THODEN U. Zur Differentialdiagnose des Kreuzschmerzes aus neurologischer Sicht. Münch. med. Wschr. 119 (1977), 1149 - 1152.
157. THOMALSKE G., KÖNIG U.D., MOHR G. Klinik und Ergebnisse operativer Therapie von lumbalen Bandscheibenläsionen bei 1000 Patienten unter besonderer Berücksichtigung der radikulographischen Befunde und der Operationsindikation. Therapiewoche 37 (1973), 3230 - 3238.
158. THUN F. Die lumbale Dimer-X-Myelographie. Ergebnisse bei 660 Untersuchungen. Röntgenbl. 27 (1974) 549 - 560.
159. THURN P., BÜCHELER E. Einführung in die Röntgendiagnostik. G. Thieme, Stuttgart, 1977.
160. UMBACH W. Der aktuelle Bandscheibenvorfall. act. chirurgie 6 (1969), 369 - 376.
161. VOGELSANG H. Kontrastmitteldiagnostik des Nervensystems. Münch. med. Wschr. 119 (1977), 933.
162. VOGELSANG H., SCHMIDT R., BUSSE O., DANGEL U. Myelographie mit Metrizamide (Amipaque). Acta Neurochir. 40 (1978) 157.
163. WEHRLE H.J. Die lumbale Myelographie mit wasserlöslichen Kontrastmitteln. Inaugural-Diss. Universität Köln, 1970.
164. WEIGERT M. et al. Erfahrungen mit Dimer-X bei der lumbo-sakralen Myelographie. Arch. orthop. Unfallchir. 81 (1975) 155 - 162.

165. WEIGERT M.
et al. Zur Verträglichkeit von Dimer-X bei der lumbo-
sakralen Myelographie.
Arch. orthop. Unfallchir. 84 (1976) 269 - 272.
166. WELLAUER J. Myelographie mit wasserlöslichen Kontrastmitteln.
G. Thieme, Stuttgart, 1961.
167. WENIG CH.,
GLASNER H. Liquorbefunde nach lumbosakraler Myelographie
mit Dimer-X.
Med. Welt 25 (1974) 1548.
168. WENKER H.,
BRABAND H.,
KOSTADINOW G. Modern trends in the indications for lumbo-
sacral myelography using Dimer-X.
Mod. aspects of neurosurg. 3 (1973), 83 - 86.
169. WIECK H.H. Diagnose und Therapie lumbaler Schmerzsyndrome
in Praxis und Klinik.
Med. Welt 28 N.F. (1977), 1365 - 1370.
170. WÜBER G.,
BÖCK F. Lumbale Nervenwurzelanomalien bei Ischialgie.
Nervenarzt 10 (1971), 552 - 555.
171. WÖRZ R. Psychiatrische Aspekte des Kreuzschmerzes.
Münch.med. Wchschr. 119 (1977), 1153 - 1156.
172. WORINGER E.,
THOMALSKE G.,
BAUMGARTNER J. Die Myelographie mit wasserlöslichem Kontrastmittel
in der Diagnose des lumbosakralen Bandscheiben-
prolapses.
Nervenarzt 27 (1956) 547.
173. WRIGHT F.W.,
SANDERS R.C.,
STEEL W.M.,
CONNOR B.T.O. Some observations on the value and techniques of
myelography in lumbal disk lesions.
Clin. Radiol 22 (1971), 33 - 43.

LEBENS LAUF
VON
ULRIKE WIESMÜLLER, geb. PARTH

GEBURTSDATUM: 8. November 1950

GEBURTSORT: Nürnberg

ELTERN: Josef-Richard Parth, Prof.
Luise Parth

SCHULBILDUNG: 1957 - 1961
Volksschule in Nürnberg
1961 - 1970
Humanistisches Melanchthon-Gymnasium, Nürnberg
20. Juni 1970
Zeugnis der Hochschulreife

HOCHSCHULSTUDIUM: Wintersemester 1970/71
Immatrikulation für Humanmedizin an der
Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen.
29. Juli 1971
Naturwissenschaftliche Vorprüfung
mit Gesamturteil gut bestanden.
14. April 1973
Ärztliche Vorprüfung
mit Gesamturteil sehr gut bestanden.
5. August 1976
Ärztliche Prüfung
mit Gesamturteil sehr gut bestanden

MED.-ASS.-ZEIT:

01.11.1976 - 31.03.1977

Chirurgische Abteilung, Kreiskrankenhaus
Eggenfelden.

01.05.1977 - 31.01.1978

Interne Abteilung, Kreiskrankenhaus
Pfarrkirchen.

APPROBATION:

27. April 1978

FACHARZT-AUSBILDUNG:

01.02.1978 - 30.09.1979

Anaesthesie:

Anaesthesie-Abteilung, Kreiskrankenhaus
Eggenfelden.

seit 01.10.1979

Hals-Nasen-Ohrenheilkunde

Praxis Dr. med. Ludwig Wiesmüller,
Eggenfelden.

EHESCHLIESSUNG:

15. November 1974

mit Dr. med. Ludwig Wiesmüller,
Hals-Nasen-Ohren-Arzt.

